



CENTRE DE RECHERCHES
EN ENVIRONNEMENT CÔTIER

STATION MARINE

UNIVERSITÉ DE CAEN - NORMANDIE

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION MONT-SAINT-MICHEL NORMANDIE

-

**Evaluation des stocks sédimentaires exploitables à Dragey
pour le rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas**

-

MARS 2020

Responsable :

Franck LEVOY

Professeur

Université de Caen - Normandie

franck.levoy@unicaen.fr

Placée sous la responsabilité scientifique de Franck LEVOY, Professeur à l'Université de Caen - Normandie, l'équipe du CREC qui a travaillé sur ce rapport est constituée, en complément, de Yoann BONTE, Ingénieur de Recherche Unicaen-CREC, d'Olivier MONFORT, Ingénieur d'Etudes Unicaen-CREC, de Guillaume IZABEL, Assistant-Ingénieur cartographe / S.I.G Unicaen-CREC et de Jean-Paul LEHODEY, Technicien Unicaen-CREC.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
I. Introduction.....	3
II. Suivi topographique de la zone de Dragey.....	4
1. Evolution depuis 1992 à partir des données du suivi du littoral du Conseil Départemental de la Manche.....	4
2. Evolution de la plage de Dragey entre 2009 et 2020 à l'aide de données aéroportées	6
III. Suivi du trait de côte	12
1. Evolution depuis 1992 à partir des données du suivi du littoral du Conseil Départemental de la Manche.....	12
a) Evolution du trait de côte au droit de la station SW106	12
b) Evolution du trait de côte au droit de la station SW107	13
2. Evolution du trait de côte depuis 2009 à partir de données aéroportées.....	13
IV. Analyse des ressources en sable disponible pour les rechargements	15
a) Compatibilité des sables de Dragey avec ceux de Saint-Jean-le-Thomas	15
b) Localisation du gisement et volume disponible	17
V. Synthèse	22
1. Dynamique et bilan sédimentaire, état de dégradation du site	22
2. Localisation et estimation du volume du gisement exploitable	22
3. Tendances évolutives sur le long terme et capacité du site à se renouveler	22
VI. Bibliographie GRESARC sur le site d'étude.....	23
Table des illustrations.....	24
Annexe 1.....	25
Annexe 2.....	34
Annexe 3.....	38
Annexe 4.....	39
Annexe 5.....	55

I. Introduction

Dans le cadre des projets de gestion du trait de côte de la commune de Saint-Jean-le-Thomas, et plus particulièrement des projets de rechargements des plages, il est nécessaire de vérifier l'état du gisement sableux disponible à Dragey, lieu source le plus proche (figure 1). L'objectif de ce rapport est donc d'analyser si ce site reste pertinent pour une exploitation future, en analysant la qualité des sédiments, l'évolution du trait de côte et les volumes sédimentaires disponibles suite aux extractions passées.



Figure 1 : Localisation de la zone d'étude, siège potentiel d'extraction de sédiments sableux sur la commune de Dragey-Ronthon.

Ce rapport constitue une première phase d'étude qui se poursuivra jusqu'en 2022, la date limite d'autorisation des travaux en site classé étant en septembre 2022 (Tableau 1).

Automne-hiver 2019	Printemps 2020	Automne-hiver 2020	Printemps 2021	Automne-hiver 2021	Printemps 2022	Septembre 2022
État initial du site de Dragey Ce rapport	Projet de rechargements	Etat 1 du site de Dragey	Projet de rechargements	Etat 2 du site de Dragey	Projets de rechargements	Date limite de fin d'autorisation des travaux

Tableau 1 : Chronologie des projets de rechargement et des investigations préalables sur le site de Dragey

Cette évaluation se structure en plusieurs points :

- Un bilan de l'évolution topographique de la zone de Dragey afin de caractériser la dynamique du site et sa capacité à se régénérer.
- Le suivi du trait de côte afin de caractériser l'impact des extractions passées sur ce dernier.
- Une analyse des ressources en sable disponibles sur le site de Dragey. Plusieurs prélèvements sableux ont été effectués afin de caractériser la granulométrie et la qualité des sédiments en place, ainsi que les quantités disponibles.

II. Suivi topographique de la zone de Dragey

1. Evolution depuis 1992 à partir des données du suivi du littoral du Conseil Départemental de la Manche

Dans le cadre du suivi du littoral de la Manche, la topographie des plages est suivie depuis 1992 sur la côte ouest du Cotentin. Pour la zone de Dragey, deux stations de suivi intéressent particulièrement la zone de projet (figure 2) : les stations SW106 et SW107, situées respectivement au Nord et au Sud de la zone étudiée pour l'exploitation des sables.

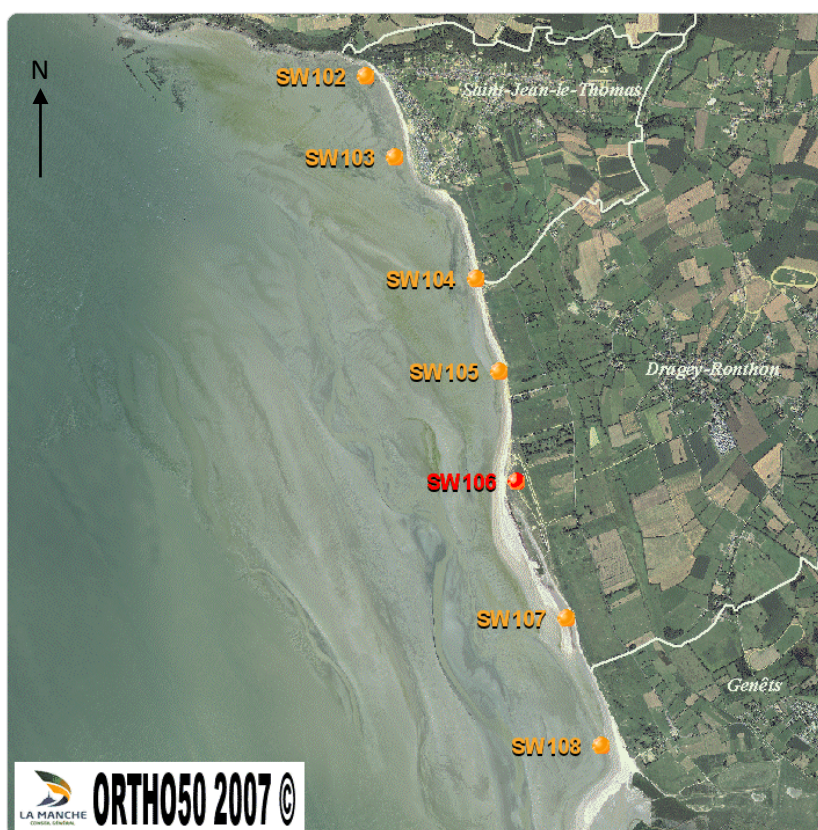


Figure 2 : Localisation des stations de suivi du littoral SW106 et SW107 sur la commune de Dragey-Ronthon sur l'emprise de la zone d'étude

Sur la zone potentielle d'extraction, seule la **station SW106** est suivie sur le plan topographique. La figure 3 présente l'évolution topographique du profil de plage entre le premier levé en 1992 et le dernier levé disponible, en 2019. Sur ce document, le niveau des

plus hautes mers est situé autour de la cote 8 m. Cette figure met en évidence une élévation du cordon dunaire bordier de pratiquement 1 m entre 1992 et 2019 et surtout une forte élévation de la haute plage au contact de la dune, de l'ordre de 1,2 m. Par contre, la plage (sous la cote 8 m) s'est fortement abaissée entre 1992 et 2019, d'environ 1 m, et surtout depuis 2016. **Cette érosion récente de la plage est à considérer même si la dune semble bien stabilisée.**

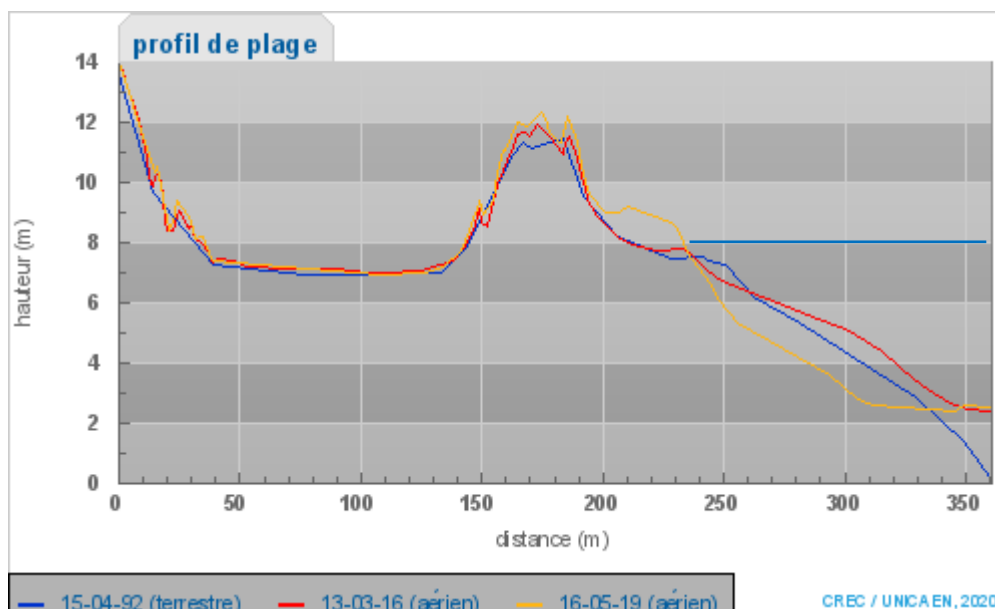


Figure 3 : Evolution du profil de plage de la station SW106 à Dragey entre 1992 et 2019.

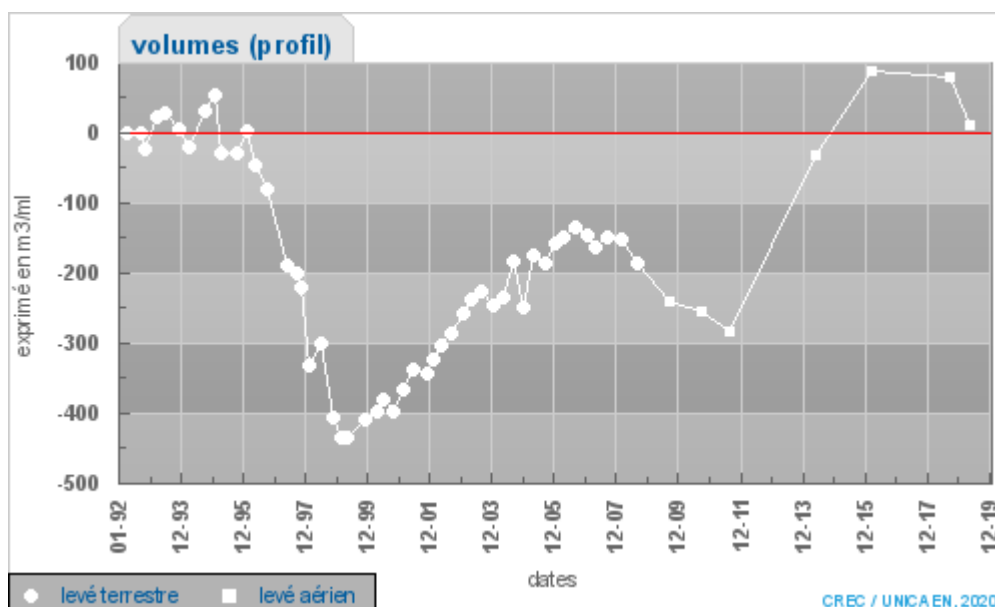


Figure 4 : Evolution des volumes sédimentaires au droit de la station SW106 entre 1992 et 2019

Le volume des sédiments sur ce profil (figure 4) a considérablement varié au cours du temps. Entre 1992 et début 1996, il est resté stable, puis une forte érosion a affecté ce profil provoquant une perte de près de 450 m³/ml de sable jusqu'en 1998. Depuis cette date, ce profil regagne du sable par étape (1998-2006 et 2011-2015). En 2019, le volume sédimentaire de ce profil était redevenu identique à celui de 1992. **Le bilan sédimentaire global sur ce profil montre un équilibre en 2019 par rapport au début du suivi, mais cet indicateur masque une différence de comportement entre le système dunaire qui se développe et la haute plage qui s'est récemment démaigrie.**

2. Evolution de la plage de Dragey entre 2009 et 2020 à l'aide de données aéroportées

Dans le cadre de différents suivis littoraux antérieurs, des levés topographiques aéroportés ont été réalisés au LiDAR sur la zone de Dragey. Au total, 9 levés topographiques ont couvert la zone d'étude. Ces levés permettent de caractériser l'évolution historique du site de Dragey. Ces levés sont répartis dans le temps comme suit (figure 5) :

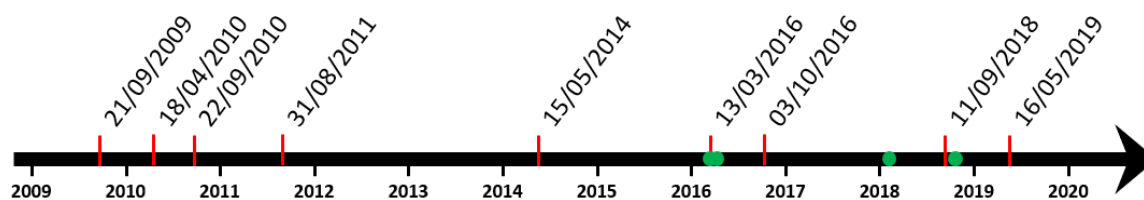


Figure 5 : Chronologie des levés LiDAR sur la zone d'étude (les points verts correspondent aux extractions de sédiments passées).

De septembre 2009 à mai 2014, les différents levés LiDAR montrent, sur la partie nord de la zone d'étude de Dragey, la migration d'un banc de sable selon deux axes (annexe 1). Un déplacement sur un axe terre/mer, de la moyenne plage vers la haute plage, combiné à une translation du Nord vers le Sud induite par la dérive littorale. Ce banc se connecte avec la haute plage entre mai 2014 et mars 2016 et vient par conséquent alimenter le stock sableux de cette dernière. Dans la partie sud peu de variations sont constatées hormis quelques déplacements de chenaux de vidanges. Les différentiels topographiques soulignent bien un transfert du sédiment par une érosion côté mer et une accrétion côté terre du banc de sable vers la partie la plus haute de la plage (figure 6).

Entre mars 2016 et octobre 2016, quelques déplacements sédimentaires le long de la plage sont à noter, mais le point marquant est une érosion localisée au Nord de la zone d'étude, sur la partie basse de la haute de plage, avec un abaissement de l'ordre de 1 à 1,5 m/an, alors que la partie haute de la haute plage est le siège d'une accumulation sédimentaire de l'ordre de 1 m/an (annexe 1). Ce même phénomène mis en évidence pour la période mars 2016-mai 2019 sur la figure 3, se retrouve également sur les différentiels d'octobre 2016 à septembre 2018 et de manière plus prononcée sur celui de septembre 2018 à mai 2019.

Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

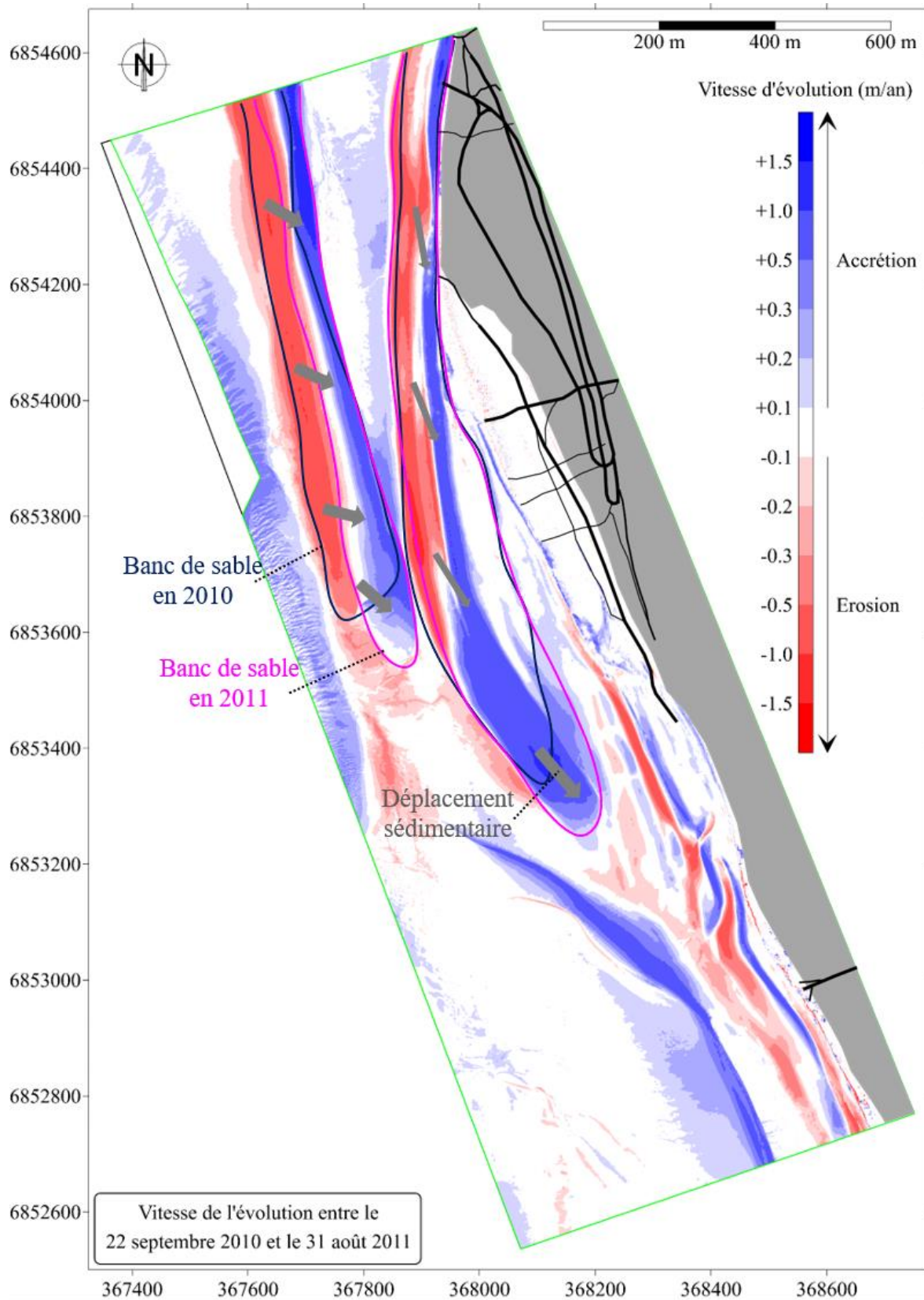


Figure 6 : Exemple de déplacement du banc de sable entre septembre 2010 et août 2011 sur la zone d'étude de Dragey, et évolutions topographiques induites.

Afin d'apporter une explication partielle à ce phénomène d'érosion particulier et localisé, il est intéressant de resituer, dans les évolutions topographiques, les conséquences des actions anthropiques, telles que les prélèvements sédimentaires qui ont pu être effectués par le passé sur le site de Dragey pour les rechargements de la plage de Saint-Jean-le-Thomas. Ces volumes prélevés peuvent avoir un fort impact sur les évolutions altimétriques de l'estran et les transports sédimentaires. Les zones subissant des extractions devenant déficitaires en sédiments vont par la suite se combler (de manière plus ou moins rapide selon les conditions hydrodynamiques de la période observée et l'importance des volumes extraits par unité de surface) avant que les mouvements sédimentaires « naturels » ne puissent reprendre. Certains différentiels topographiques laissent clairement apparaître des zones d'érosion anormales dans les bancs de sable présents, qui sont la conséquence des extractions de sédiments effectuées pour recharger la plage de Saint-Jean-le-Thomas. Dans certains cas, il est possible que ces zones voient leur déficit augmenter naturellement si les conditions hydro-météorologiques sont inadéquates pour rétablir l'équilibre sédimentaire (présence de tempêtes successives et/ou soutenues).

Ces indications morphologiques d'extractions passées, nettement visibles sur les 3 différentiels topographiques de mars 2016 à octobre 2016, octobre 2016 à septembre 2018 et septembre 2018 à mai 2019 (figure 7), résultent des extractions respectives sur ces périodes de volumes d'environ 4 800 m³, 7 200 m³ et 12 100 m³ de sédiments. Malgré la durée importante entre les différents levés topographiques, la plage est restée relativement impactée topographiquement par ces extractions. Cependant, il convient de souligner que les extractions récurrentes effectuées sur cette zone ont été possibles car la ressource en sable le permettait. Entre mai 2019 et janvier 2020 (annexe 1), le secteur nord de la zone d'étude présente un état global érosif. Aucune extraction n'a pourtant été effectuée sur cette période, mais l'hiver 2019-2020 marqué par des successions de tempêtes a été défavorable au comblement de l'ancienne zone de prélèvements.

Dans la partie centrale de la zone d'étude entre septembre 2009 et janvier 2020 (annexe 1), une extension de l'extrémité de la flèche sableuse vers le Sud est observée. Cette avancée est plutôt réduite jusqu'en mai 2014 avec 65 m d'allongement, puis s'accélère avant de se stabiliser en septembre 2018 montrant une élongation totale de 140 m. Cette croissance sédimentaire est le signe d'un transit littoral Nord/Sud, parfois soutenu, lié à un apport important de sédiment en haut de plage. La migration de la barre sableuse vers la partie supérieure de la haute plage a fortement contribué à cet accroissement.

La partie sud de la zone d'étude présente une activité de déplacement sédimentaire morphologiquement identifiable moindre en comparaison avec la zone nord. De septembre 2009 à août 2011, l'évolution majeure concerne un comblement de chenal en moyenne plage avec une accrétion localisée d'environ 1 m (Annexe 2 profil P5). En mai 2014, la migration du banc de sable en haut de plage en partie nord, ainsi que l'allongement de la flèche sableuse, entraînent un apport de sédiments sur le haut de plage de la partie sud. Le niveau de la haute plage augmente d'environ 1,5 m. Entre mai 2014 et janvier 2020, les apports sont plus faibles et le sable se répartit à la fois entre la haute plage, où un petit banc de sable se forme à partir de mars 2016 et migre progressivement vers la terre, et la moyenne plage où un second banc de sable se forme à partir de septembre 2018. Ce dernier, situé entre 300 et 350 m du trait de côte, reste relativement stable.

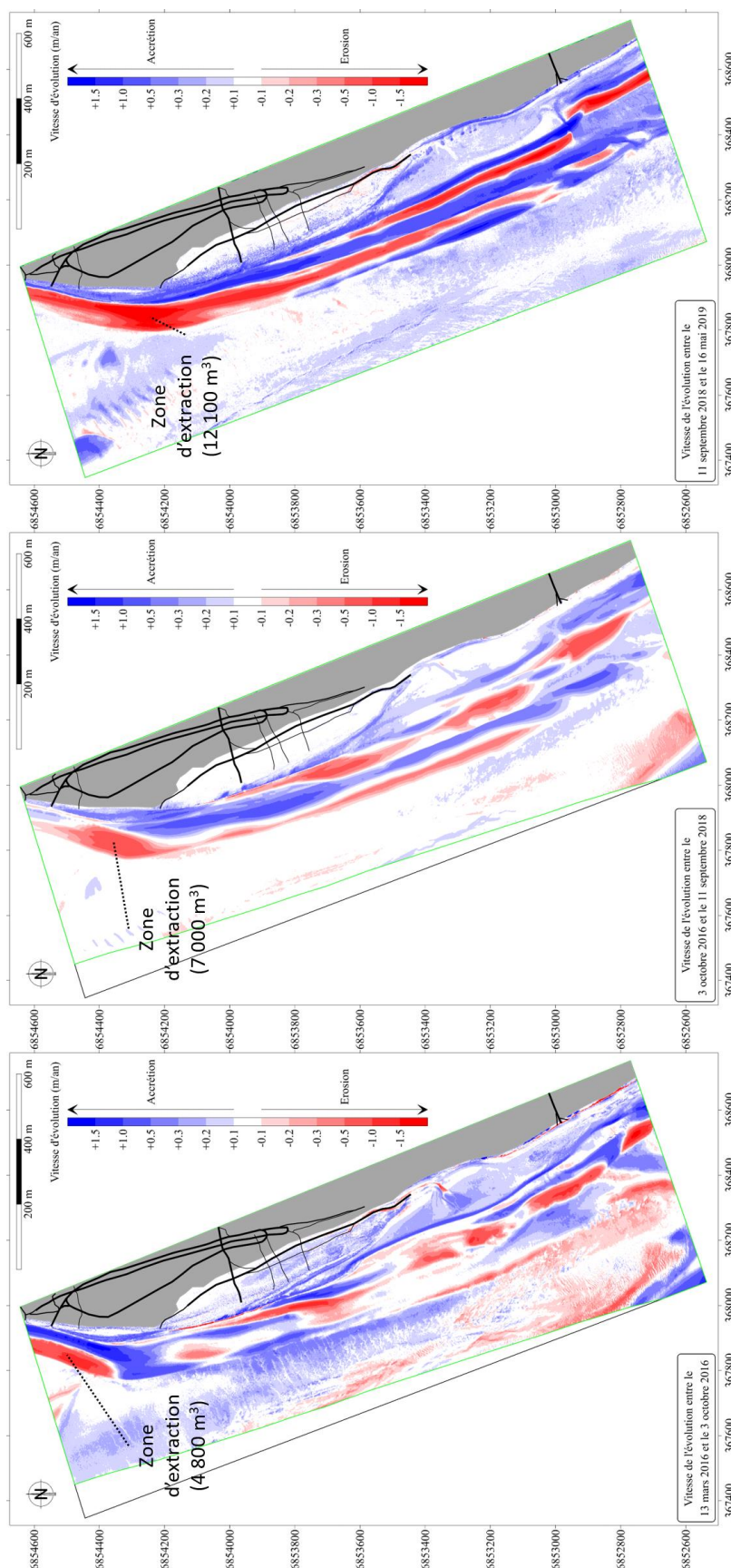


Figure 7 : Carte de localisation des anciennes zones d'extractions sédimentaires à partir des différentiels topographiques sur la zone d'étude de Dragey pour les dates de mars à octobre 2016, octobre 2016 à septembre 2018 et septembre 2018 à mai 2019.

De manière globale, la zone d'étude de Dragey présente un bilan de volume sédimentaire en augmentation quasi continue entre septembre 2009 et janvier 2020 avec un gain moyen de 49 340 m³ par an (figure 8).

En revanche, la répartition de ce volume sédimentaire n'est pas homogène. Une part importante des apports sédimentaires se situe sur la moitié sud de la zone d'étude avec des accrétions de plus de 1,5 m sur la quasi-totalité de la haute plage. Seule la haute plage est en érosion sur environ 50 m de large au pied du trait de côte (figure 9).

Sur la moitié nord, le premier quart du haut de plage le plus au Nord est en accrétion avec une élévation de la plage de 50 cm à 1,5 m en 11 ans. La frange la plus haute de la plage proche du trait de côte est en accrétion quasi continue en phase avec l'avancée constatée du trait de côte sur la période 2009-2020. Le deuxième quart vers le Sud est en revanche en érosion sur un linéaire de 400 m le long du littoral, avec des érosions de 50 cm à plus de 1,5 m vers la moyenne plage. Il est à noter que sur ce secteur, en partie haute de la plage, une forte accumulation de plus de 1,5 m sur une cinquantaine de mètres de large est toutefois observée.

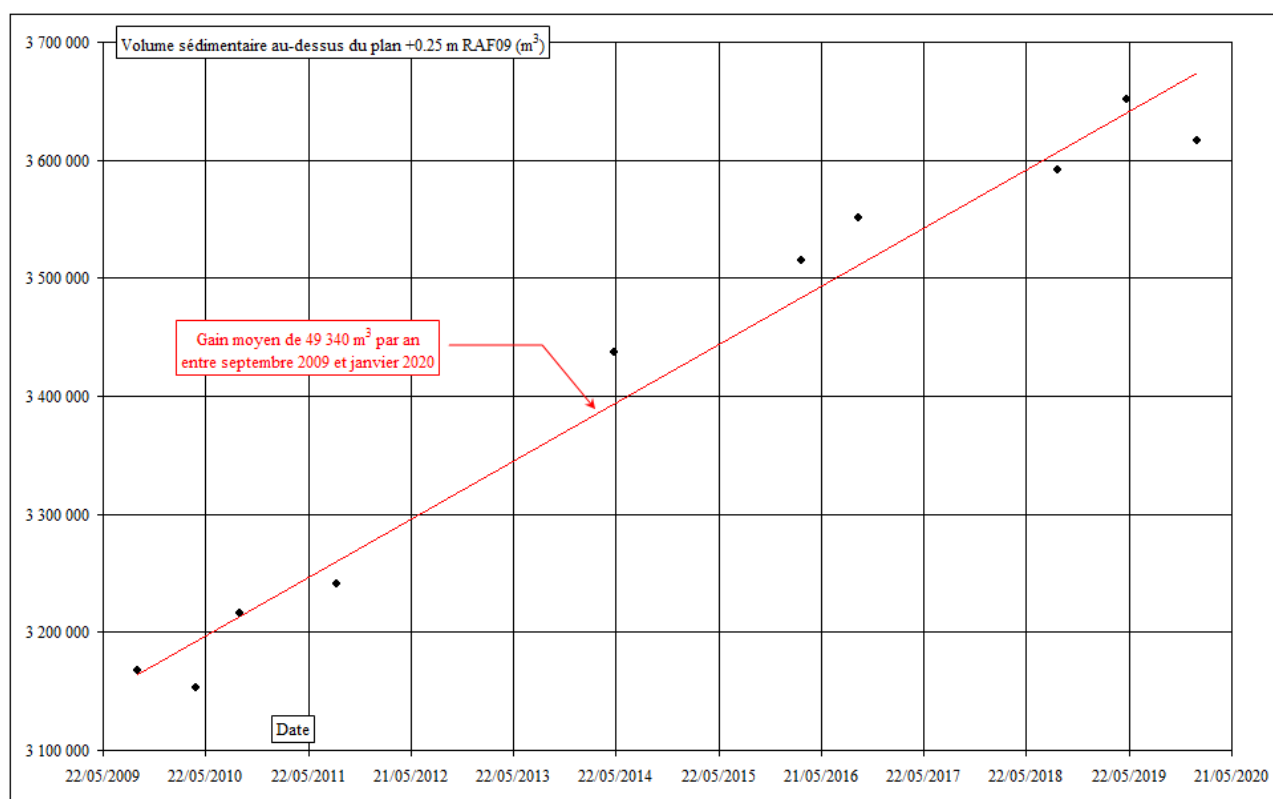


Figure 8 : Graphique d'évolution du volume sédimentaire sur la zone d'étude de Dragey entre septembre 2009 et janvier 2020.

Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

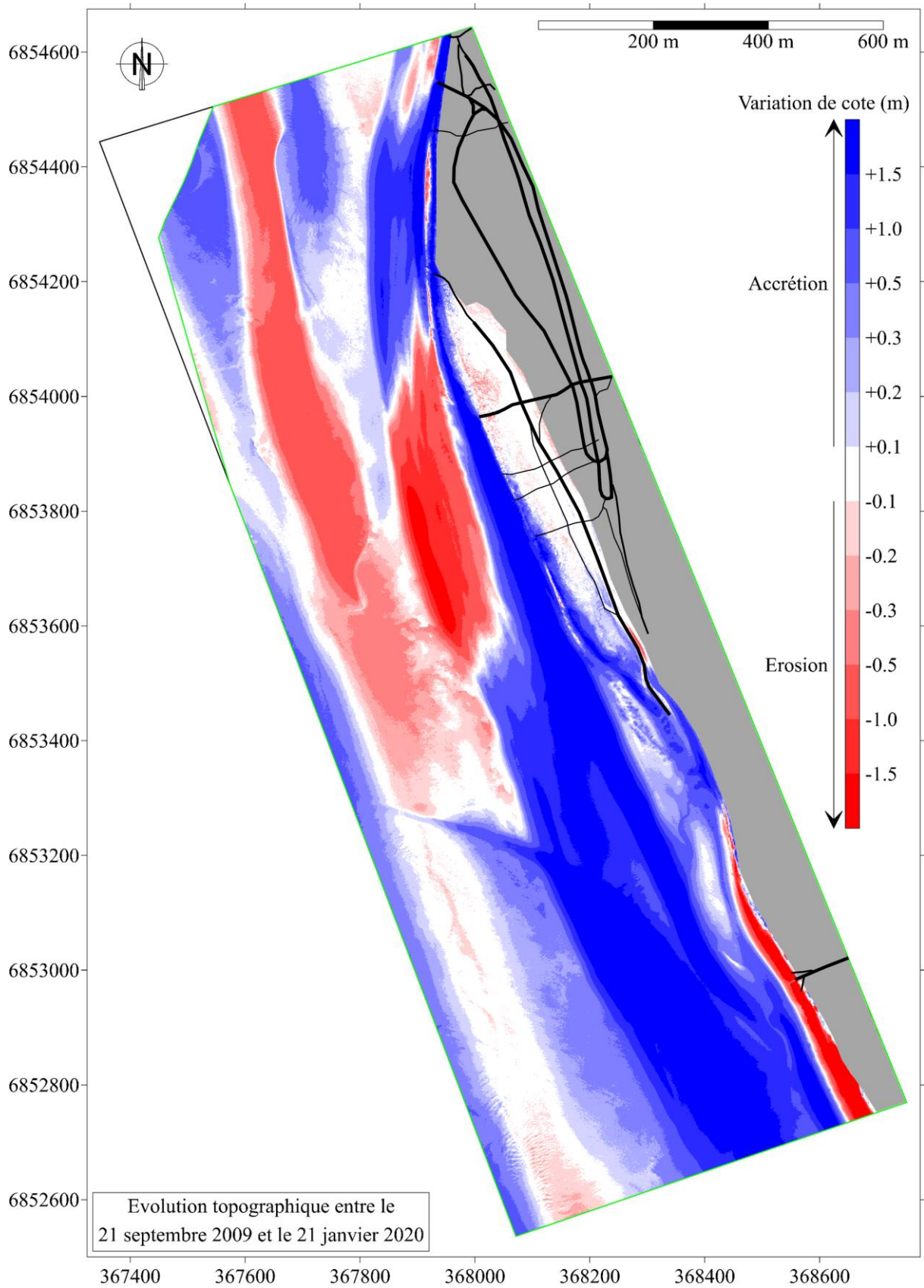


Figure 9 : Carte de l'évolution topographique de la zone d'étude de Dragey entre septembre 2009 et janvier 2020.

La **zone d'étude a donc bien été en accrétion** au cours des 11 dernières années, ceci malgré les extractions réalisées pour recharger la plage de Saint-Jean-le-Thomas. L'apport sédimentaire est proche de **50 000 m³ par an**, extractions prises en compte. Toutefois, une **zone d'érosion chronique subsiste sur la haute plage, qu'il conviendra d'éviter pour de nouveaux prélèvements**.

III. Suivi du trait de côte

L'évolution du trait de côte est suivie afin principalement de caractériser l'impact des extractions sur ce dernier, mais aussi pour améliorer la connaissance de son fonctionnement hydro-sédimentaire.

1. Evolution depuis 1992 à partir des données du suivi du littoral du Conseil Départemental de la Manche

a) Evolution du trait de côte au droit de la station SW106

La figure 10 présente l'évolution du trait de côte au niveau de la station SW106 entre 1992 et 2019. Celui-ci, à l'image de l'évolution des volumes sédimentaires sur ce profil (figure 4), a considérablement bougé. Stable entre 1992 et 1995, il a fortement reculé, d'environ 50 m, au cours de la période 1995-1998. Une relative stabilité est constatée ensuite entre 1998 et début 2006. Puis, depuis 2007, une avancée du trait de côte est observée. Très marquée en 2006-2008, cette progression s'atténue ensuite. **En 2019, le trait de côte sur ce site a retrouvé sa position de 1992.**

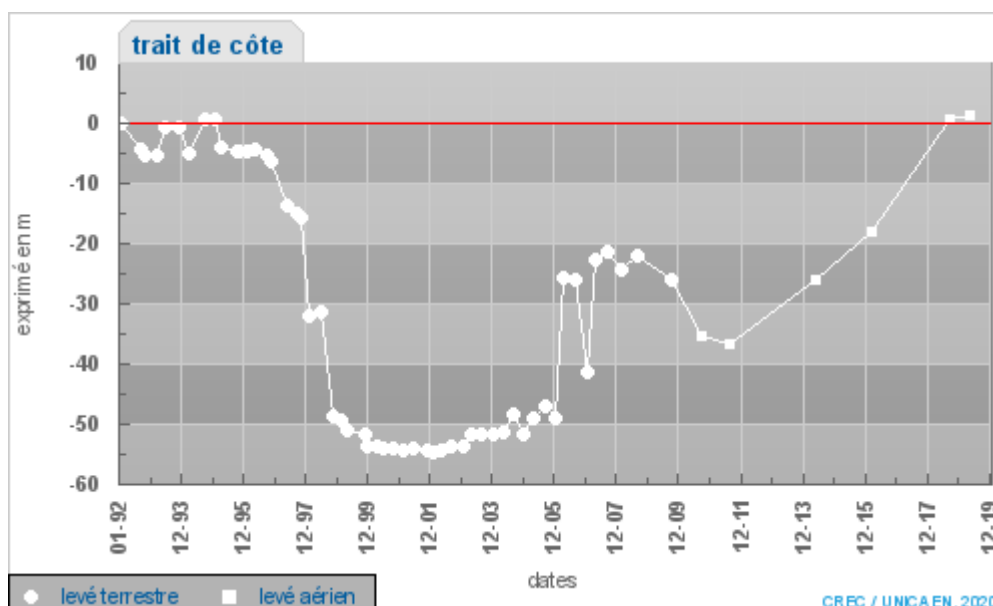


Figure 10 : Evolution du trait de côte depuis 1992 au droit de la station SW106

b) Evolution du trait de côte au droit de la station SW107

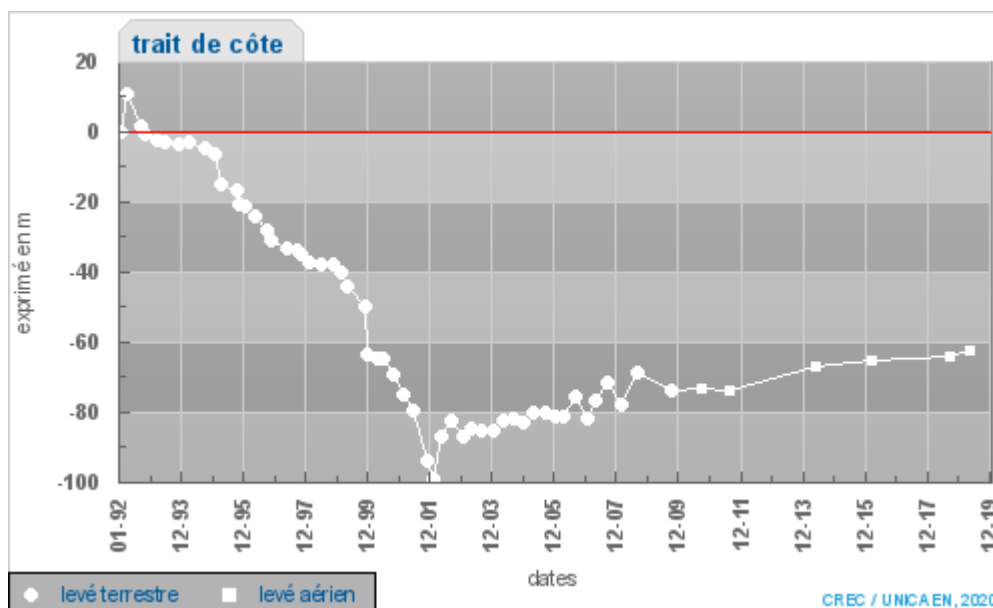


Figure 11 : Evolution du trait de côte depuis 1992 au droit de la station SW107

Pour la station SW107 (figure 11), au Sud de la zone d'étude, l'évolution est sensiblement différente de celle observée sur la station SW106. Une érosion faible est constatée dès 1993, qui s'accroît à partir de 1994 et s'observe jusqu'en 2002. Le recul du trait de côte entre 1992, début du suivi, et 2002 atteint 100 mètres. Depuis 2002, une avancée progressive du trait de côte vers la mer est constatée. Le gain est d'une vingtaine de mètres depuis 2002, **positionnant le trait de côte de 2019 à 60 m environ en retrait de celui de 1992.**

L'évolution du trait de côte sur ces deux stations de suivi, localisées au Nord et au Sud de la zone d'étude est très contrastée en terme d'intensité, même si la tendance est globalement la même. Toutefois, **au final, sur 27 ans, le trait de côte de la station SW106 au Nord de la zone d'étude apparaît inchangé, alors que celui au niveau de la station SW107, au Sud de la zone d'étude a reculé de plus de 60 m.**

2. Evolution du trait de côte depuis 2009 à partir de données aéroportées

L'évolution du trait de côte est analysée afin de caractériser l'impact des extractions sur ce dernier. Classiquement, c'est la limite de végétation qui est prise en référence pour le trait de côte ou à défaut, pour les secteurs en érosion, la corniche dunaire. Ces informations sont habituellement extraites des photographies aériennes verticales réalisées sur le site.

Concernant les dates antérieures au début de l'étude, n'ayant pas à disposition les orthophotographies verticales pour chacun des levés, c'est le niveau des plus hautes mers astronomiques au Mont-Saint-Michel (8,12 m IGN69) projeté sur la topographie du site qui a été utilisé comme indicateur pour caractériser les mouvements historiques possibles du trait de côte. En effet, la proximité de ce niveau altimétrique avec la position de la limite de végétation en fait un bon indicateur et permet une bonne inter-comparaison avec les évolutions passées. Ces isohypses ont été projetées sur un fond de carte afin d'observer les évolutions de 2009 à 2020 (figure 12).

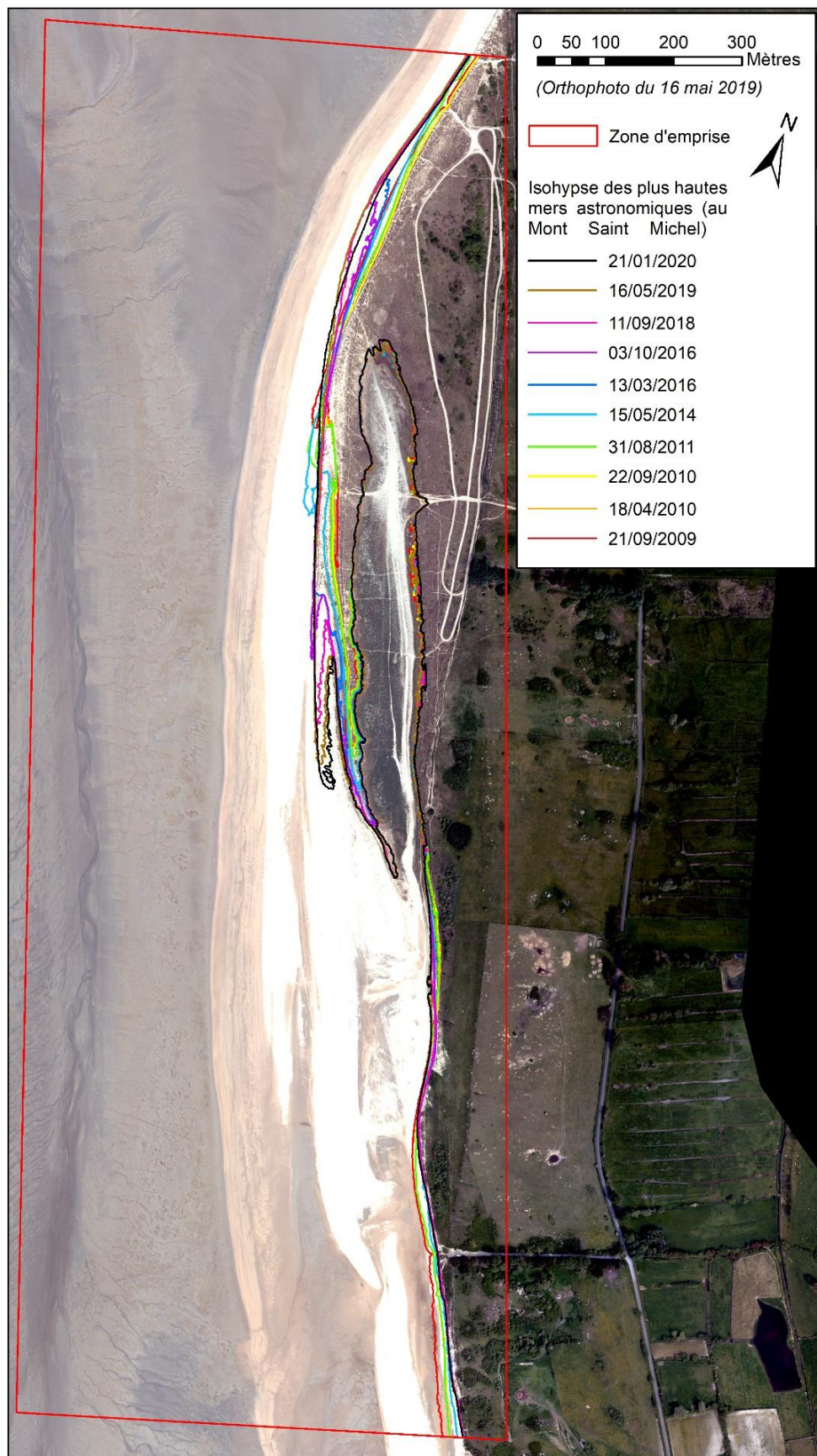


Figure 12 : Evolution du niveau des plus hautes mers astronomiques assimilé au trait de côte sur la zone d'étude de Dragey entre 2009 et 2020.

Le tiers nord de la zone d'étude (figure 12), sur un linéaire d'environ 500 m, présente une évolution en plusieurs phases. Durant la première, de 2009 à 2011, un recul du trait de côte de l'ordre d'une dizaine de mètres est observé. Puis à partir de 2011, sur une période de 7 ans, le trait de côte s'engraisse et avance vers la mer d'un peu plus de 30 m. Entre 2018 et 2019, la position du trait de côte tend à se stabiliser, puis un recul de 5 à 10 m est observé entre 2019 et 2020. Dans ce secteur, la station de suivi du littoral de la Manche (SW106 – Dragey-Ronthon), confirme localement ces évolutions.

En partie centrale de la zone d'étude, une avancée de 40 à 45 m vers la mer est également constatée. Sur ce secteur, le massif dunaire s'engraisse et la végétation se développe en surface, signe d'une bonne stabilisation. A noter également la progression du trait de côte vers le Sud au niveau de la pointe sableuse qui tend à s'agrandir avec une avancée de l'isohypse retenue de l'ordre de 250 m entre 2009 et 2020. La pointe de la flèche s'infléchit vers la côte et tend à fermer l'ouverture de l'espace lagunaire en arrière de celle-ci. L'ouverture restante est inférieure à 50 m. Dans cette zone particulièrement abritée, le trait de côte reste relativement stable avec un schorre développé en surface.

Sur la moitié sud de la zone, le trait de côte évolue moins fortement. Sur 11 ans, une avancée d'une douzaine de mètres en partie centrale et un recul d'environ 15 mètres sur le quart sud de zone (avec un maximum de 27 m à l'extrémité sud) sont observés. Ces évolutions sont régulières entre 2009 et 2016, puis se stabilisent entre 2016 et 2020.

A l'exception de l'extrême sud de la zone d'étude où un recul du trait de côte est observé entre 2009 et 2020, le trait de côte est relativement bien stabilisé, voire en avancée chronique sur le domaine étudié, en conformité avec le bilan sédimentaire annuel très positif précédemment évoqué. **L'impact des extractions passées sur cette zone ne semble pas appréciable au niveau de la mobilité du trait de côte.**

IV. Analyse des ressources en sable disponible pour les rechargements

a) Compatibilité des sables de Dragey avec ceux de Saint-Jean-le-Thomas

Afin d'évaluer le potentiel de sédiments sableux disponibles sur le site et compatibles avec les plages de Saint-Jean-le-Thomas, des prélèvements de sédiments ont été réalisés et traités afin de préciser la granulométrie des particules sédimentaires et ainsi juger de la quantité et de la qualité du stock de sable exploitable. La première campagne d'échantillonnage a eu lieu le 30 janvier 2020. La zone étant assez grande, de l'ordre de 1,7 km de long et sa morphologie complexe (banc de sable à la date des prélèvements qui s'est divisé en deux branches), cela a induit le prélèvement de 47 échantillons sur 24 stations (un prélèvement au fond et un en sub-surface). Les sondages ont été effectués à l'aide d'une tarière à main, permettant d'atteindre des profondeurs jusqu'à 0,8 m environ afin d'évaluer au mieux le stock sédimentaire.

Deux autres campagnes de prélèvements d'une vingtaine d'échantillons seront réalisées lors des hivers 2020-2021 et 2021-2022 pour, au regard des évolutions topographiques, juger de l'évolution du potentiel sédimentaire exploitable et repositionner le cas échéant la zone d'extraction.

Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

La granulométrie des échantillons prélevés en janvier 2020 a été analysée sur une colonne vibrante composée de 17 tamis de 2,5 mm à 63 µm. Les refus de chaque tamis ont été pesés afin de tracer le profil granulométrique de l'échantillon, puis à partir des indices granulométriques, des indices de rechargement RA ont été déterminés en prenant pour référence un sable moyen de la plage sud de Saint-Jean-le-Thomas (indices granulométriques $D_{16} = 221 \mu\text{m}$ / $D_{50} = 391 \mu\text{m}$ / $D_{84} = 641 \mu\text{m}$) en référence aux données existantes issues des études antérieures sur Saint-Jean-le-Thomas (cf. références bibliographiques).

Les paramètres RA ont été calculés pour évaluer la compatibilité sédimentologique entre le sable moyen observé de Saint-Jean-le-Thomas dont les caractéristiques viennent ci-dessus d'être mentionnées et chacun des sédiments prélevés sur la zone de Dragey. Concrètement ce paramètre permet de déterminer le volume de sable de Dragey en mètres-cubes à apporter sur Saint-Jean-le-Thomas pour qu'au final un mètre-cube reste en place. En d'autres termes, si le sable de Dragey est trop fin, de taille moyenne inférieure à celui de Saint-Jean-le-Thomas, il faudra apporter plusieurs m³ de sédiments pour obtenir 1 m³ en place, ce qui n'est économiquement souvent pas tenable et sédimentologiquement pas cohérent. A titre d'exemple, si RA est égal à 1,1, il faudra 1,1 m³ de sable de Dragey pour obtenir un mètre-cube en place à Saint-Jean-le-Thomas. Il y aura donc une perte plus ou moins rapide de 10% du volume apporté. Quand l'indice RA atteint 1,2, il est commun de considérer que l'opération n'est pas viable car le sable apporté est trop fin par rapport à celui de la plage à recharger et une perte de 20% du sable d'apport, voire plus et un non-sens économique. Le paramètre RA est donc un facteur multiplicateur du volume nécessaire sur la zone à recharger. A titre d'exemple, si 20 000 m³ de sable sont nécessaires pour recharger une zone et que le paramètre RA est de 1,15, il faudra apporter 23 000 m³, pour qu'il n'en subsiste que 20 000 m³ en place.

Les indices de rechargement RA calculés pour chaque échantillon ont été regroupés dans le tableau 2 et synthétisés sur des cartes afin de mieux visualiser et de quantifier les sédiments compatibles avec la plage de Saint-Jean-le-Thomas (figures 12 et 13).

Point de prélèvement	Indice RA		Point de prélèvement	Indice RA	
	S (surface)	F (fond)		S (surface)	F (fond)
01	1,4	Silts & argiles	13	1,1	1,1
02	1,15	1,75	14	1,25	1,02
03	2,5	1,1	15	1,02	1,02
04	1,5	1,05	16	1,1	1,1
05	1,02	1,02	17	1,2	1,02
06	1,15	1,02	18	2	1,02
07	1,25	1,02	19	1,05	1,25
08	1,02	1,02	20	1,25	1,1
09	1,1	1,25	21	1,4	1,75
10	1,25	2,25	22	1,6	1,75
11	1,02	1,05	23	1,5	1,02
12	1,02	1,1	24	1,15	1,02

Tableau 2 : Récapitulatif des indices RA calculés pour chaque échantillon prélevé sur la zone d'étude de Dragey (couleur vert foncé : très favorable à rouge foncé : très défavorable)

De manière globale, les échantillons prélevés sur la plage de Dragey sont sableux. Ils ne présentent pas un taux de particules fines (silts et argiles) très important. Seul le prélèvement de fond du point 01 était composé majoritairement de silts et argiles (non prélevé car visuellement incompatible avec un rechargement). Les autres échantillons présentent des taux relativement faibles en particules fines. 24 ont des taux inférieurs à 1%, 16 sont compris entre 1 et 2% et 7 sont supérieurs à 2% avec des maximums pour les points 08-F, 11-F et 18-F respectivement de 4,52%, 7,18% et 3,99%.

L'indice RA pour les **sables de surface** varie de 1,02 à 2,5. Toutefois, la majeure partie des sables montrent un indice RA favorable compris entre 1,02 et 1,15. Spatialement (figure 13), **l'indice RA est défavorable à une exploitation pour le rechargement de la plage de Saint-Jean-le-Thomas au Nord de la zone d'étude** (échantillons 18, 20, 21, 22, 23) **et au Sud** (échantillons 1, 3 et 4).

Pour les sables **en profondeur**, l'indice RA est compris dans une gamme variant de 1,02 à 2,25 et plus pour le point 1. Comme en surface, toutefois, celui-ci varie le plus souvent de 1,02 à 1,1/1,15. Sur le plan spatial (figure 14), les **valeurs de RA les plus élevées (défavorables) sont situées au Nord de la zone étudiée** (échantillons 19, 21, 22), **au Sud** (échantillons 1 et 2), mais également **au centre** (échantillons 9 et 10). Par contre, ces **indices sont favorables principalement au centre de la zone d'étude, à l'exception d'une zone proche du moyen estran très argileux.**

Il s'avère donc que **sur la zone d'étude, une grande partie des sédiments présents est compatible avec ceux de la plage de Saint-Jean-le-Thomas.** Ceci n'est pas une surprise compte-tenu du sens Nord-Sud de la dérive littorale. **Toutefois, des secteurs situés principalement au Nord et au Sud de la zone d'étude présentent des sables plus fins qui ne sont pas compatibles** avec la stabilité requise pour les plages de Saint-Jean-le-Thomas.

b) Localisation du gisement et volume disponible

Les figures 13 et 14 indiquent en complément des indices RA, les zones d'érosion et d'accrétion de la plage de Dragey sur la période 2009-2020. Si le bilan sédimentaire est très positif globalement sur la zone étudiée, il a été montré un déficit sédimentaire significatif localement sur une zone de 400 m de long environ. Ce déficit est le résultat des extractions successives depuis plusieurs années, combinées à l'évolution naturelle du site. Bien évidemment, il convient de ne pas aggraver ce déficit local qui pourrait à terme favoriser l'érosion du cordon dunaire. **Cette zone déficitaire, tramée en rouge sur les figures 13 et 14 doit être exclue de la zone potentielle d'extraction.** Par ailleurs, **les secteurs nord et sud de la zone étudiée ont montré la présence de sables incompatibles avec ceux de la plage de Saint-Jean-le-Thomas. Par conséquent, ces secteurs doivent également être exclus de la zone d'extraction potentielle.**

Au final, la **figure 15 localise, compte-tenu des contraintes évoquées, la zone d'extraction potentielle (polygone rose).** Cette zone représente une surface de 570 m sur 135 à 100 m de largeur, soit en moyenne 67 000 m², soit **6,7 ha.** Cet espace est situé au Sud des principales zones d'extraction passées et de la zone d'érosion constatée sur la période 2009-2020 (figure 15).

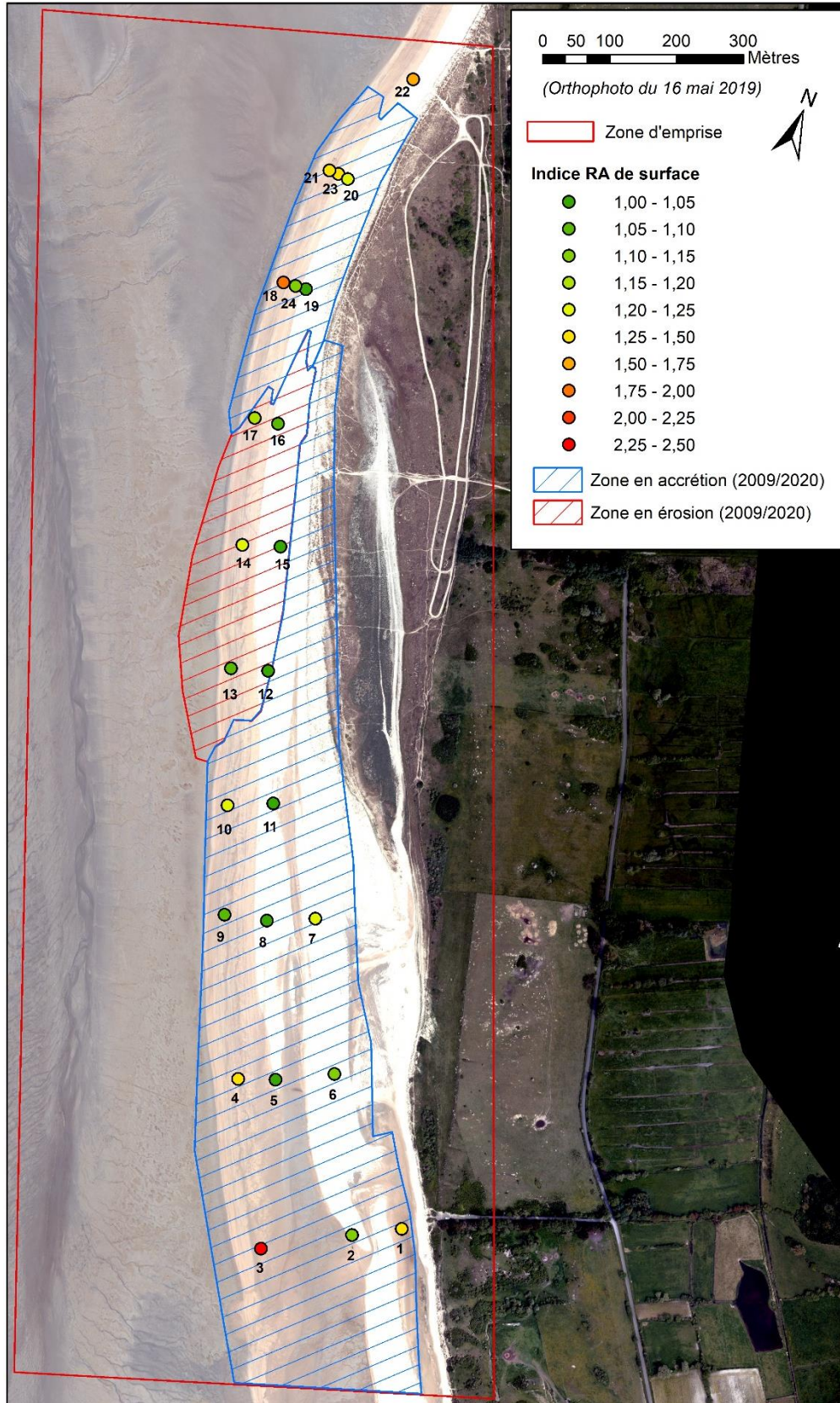


Figure 13 : Carte des indices RA de compatibilité sédimentaire pour les prélèvements de surface sur la zone d'étude de Dragey.

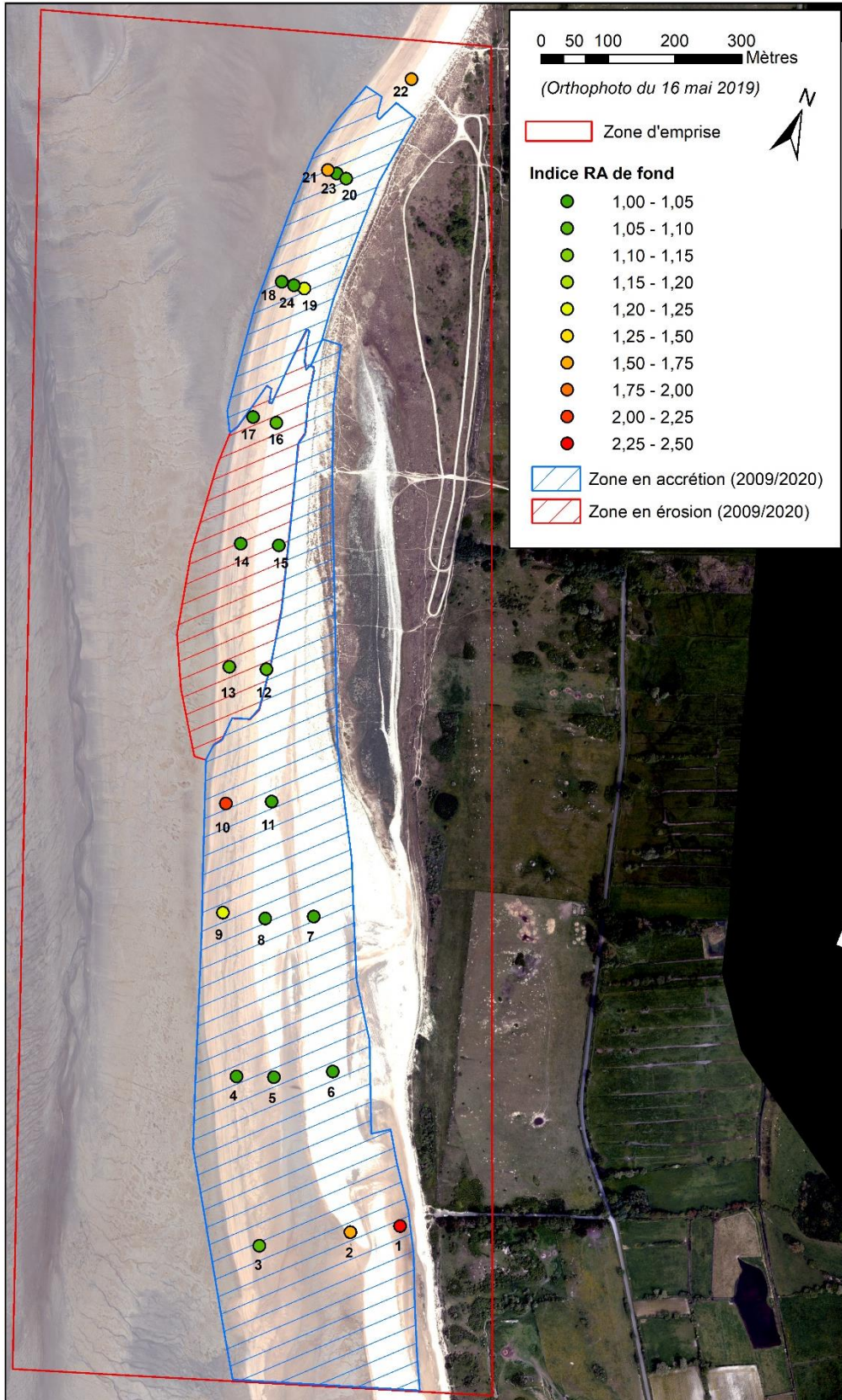


Figure 14 : Carte des indices RA de compatibilité sédimentaire pour les prélèvements de fond la zone d'étude de Dragey.

Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

Les coordonnées des principales limites de cette zone d'extraction sont données dans le tableau 3.

	X-Lambert 93	Y-Lambert 93	Latitude -WGS84	Longitude -WGS84	format Google Earth smartphone	format Google Earth Internet
Angle nord ouest	368050	6853500	48 41 46.51869 N	01 30 45.63153 O	48.696255190,-1.51267543	48.696255190° -1.51267543°
Angle nord est	368150	6853550	48 41 48.31997 N	01 30 40.88783 O	48.69675555,-1.51135773	48.69675555° -1.51135773°
Angle centre ouest	368150	6853250	48 41 38.62178 N	01 30 40.04995 O	48.69406161,-1.51112499	48.69406161° -1.51112499°
Angle centre est	368275	6853350	48 41 42.08558 N	01 30 34.22518 O	48.69502377,-1.509507	48.69502377° -1.509507°
Angle sud ouest	368300	6852975	48 41 30.00901 N	01 30 31.95758 O	48.69166917,-1.50887711	48.69166917° -1.50887711°
Angle sud est	368425	6853025	48 41 31.85634 N	01 30 25.99342 O	48.69218232,-1.50722039	48.69218232° -1.50722039°

Tableau 3 : Coordonnées des angles de la zone potentielle d'extraction (différents formats)

Dans cet espace, les indices RA (échantillons 5, 6, 7, 8 et 11) varient de 1,02 à 1,25 en surface. La valeur la plus élevée révèle que ces sédiments de surface ont certainement été partiellement contaminés par des sédiments dunaires, plus fins que ceux des plages, érodés au niveau du trait de côte situé plus au Nord lors des tempêtes. En profondeur, RA varie de 1,02 à 1,05 ce qui montre un sédiment bien adapté à la plage de Saint-Jean-le-Thomas distribué de manière homogène.

Les profils topographiques 4 et 5 de l'annexe 2 situés dans la zone d'extraction potentielle montrent que la topographie de janvier 2020 est au moins 1 mètre au-dessus de celle de 2009, bien plus localement, soulignant un dépôt très significatif de sables sur cette zone et permettant d'envisager une exploitation en profondeur sur une hauteur inférieure à 1 m, tout **au plus 0,8 m** pour conserver une marge. Dans cette hypothèse, **le volume global du gisement proposé serait de 53 600 m³.**

Bien évidemment, **il n'est pas souhaitable d'extraire trop profondément** les matériaux sableux au risque de déstabiliser l'environnement immédiat. Nous préconisons de **ne pas descendre au-delà de 0,4 à 0,5 m sous le terrain naturel dans le cadre d'une même campagne d'exploitation**, ce qui **préserve une partie du gisement pour une campagne d'extraction ultérieure.**

Comme pour les autres extractions réalisées sur ce secteur de Dragey, un certain nombre de **recommandations complémentaires** que nous avons déjà indiquées est à respecter, à savoir :

- **Ne pas s'approcher à moins de 15 mètres du trait de côte**, matérialisé par la limite de végétation dunaire ;
- **Ne pas s'approcher trop près du moyen estran subhorizontal et sablo-argileux** dont la limite est matérialisée par une nette rupture de pente. Une distance minimale de 15-20 m est recommandée ;
- **Pas de prélèvements de sédiments de couleurs grisâtres** (teneur en argile non négligeable) ;
- **Pas de prélèvements de sédiments dans les zones en cuvette**, susceptibles de contenir en profondeur, comme parfois en surface, des argiles.

Les limites de la zone suggérée, définie par les caractéristiques des sédiments prélevés en janvier 2020, ne sont donc qu'indicatives, des évolutions depuis cette date ont pu sensiblement modifier cette zone. **Il convient donc, en complément, de tenir compte de ces dernières recommandations pour éviter des erreurs sur le terrain lors de la phase de chantier.**

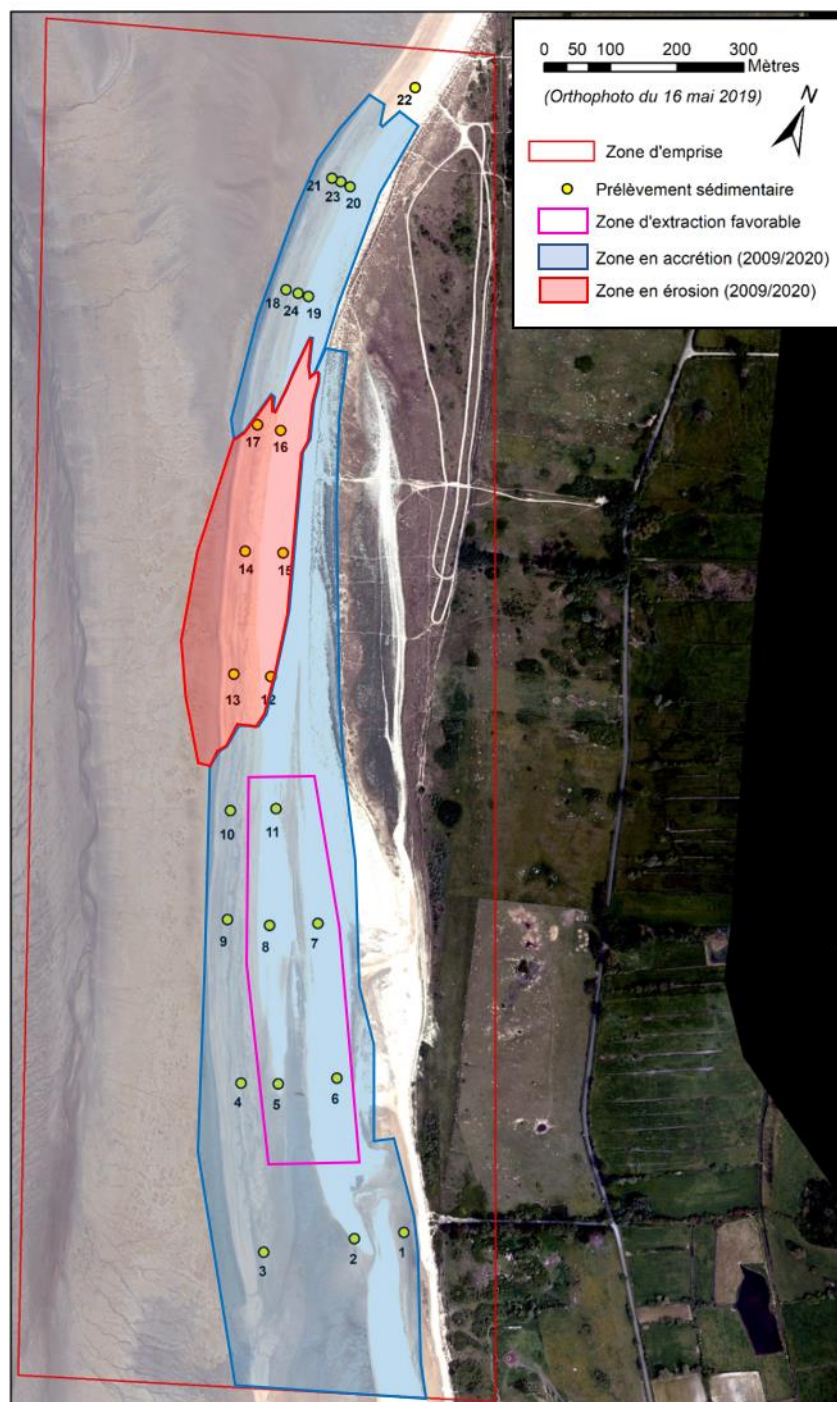


Figure 15 : Localisation de la zone d'extraction (contour rose) au regard de l'évolution topographique 2009-2020 de la plage de Dragey et des valeurs des indices RA en surface et en profondeur.

V. Synthèse

1. Dynamique et bilan sédimentaire, état de dégradation du site

Le site de Dragey, depuis plus de 10 ans, est une zone d'accumulation de sédiments, principalement sableux, propice à une valorisation pour réaliser des rechargements de plage sur la commune de Saint-Jean-le-Thomas. Environ 50 000 m³ de sédiments s'y déposent chaque année, ce qui est favorable à la stabilité du trait de côte et du cordon dunaire, voire à son accrétion, à l'exception du trait de côte situé à l'extrême sud de la zone étudiée. Les extractions réalisées sur cette zone au cours des 4 dernières années pour lutter contre l'érosion du trait de côte de Saint-Jean-le-Thomas ont toutefois impacté la topographie de la zone étudiée. Une zone d'érosion résiduelle a d'ailleurs été identifiée sur la période 2009-2020, zone à proscrire pour de nouvelles extractions. Toutefois, il est à souligner que l'érosion résiduelle observée sur cette zone n'a pas, a priori, impacté la stabilité du trait de côte situé à proximité. Sur le plan morpho-sédimentaire, l'état du site est donc très peu dégradé et permet une poursuite de l'exploitation des sables pour des opérations locales de rechargement.

2. Localisation et estimation du volume du gisement exploitable

Le nouveau gisement pouvant être exploité est situé au Sud de la zone résiduelle d'érosion et des anciennes zones d'extraction. En effet, les analyses sédimentologiques ont montré que le sable au Nord de la zone d'étude, ainsi qu'au Sud, présente des caractéristiques non compatibles avec les sables de la plage de Saint-Jean-le-Thomas. Le gisement est donc localisé dans une zone en accrétion d'une part et présentant des sédiments adéquats pour recharger la plage de Saint-Jean-le-Thomas d'autre part. Sa surface est de 6,7 ha et le volume de sable potentiellement mobilisable pour des rechargements est estimé à plus de 50 000 m³. Ce gisement est toutefois à exploiter de manière modérée, en plusieurs sessions, pour éviter une déstabilisation des zones sédimentaires situées en périphérie.

3. Tendances évolutives sur le long terme et capacité du site à se renouveler

Dans l'état actuel du site, malgré les hivers tempétueux observés sur la côte ouest du Cotentin depuis celui de 2013/2014, la zone d'étude est en sédimentation chronique avec un apport de près de 500 000 m³ de sédiments, principalement sableux, en 10 ans. Sur une période plus longue, ce site est également le siège du développement d'une flèche sableuse enfermant une petite lagune littorale entrain de se colmater. La dérive littorale nord-sud explique en partie la formation de cette flèche et cette accumulation sédimentaire locale. Le caractère quasi linéaire du taux de sédimentation annuel sur cette zone depuis 2009 laisse à penser que cette dynamique peut se poursuivre malgré les hivers très agités observés récemment. Toutefois, des zones d'érosion actives ont été ou sont encore observées au Nord et au Sud de la zone étudiée. Un des facteurs d'érosion intense peut être la proximité d'un chenal plus ou moins actif de drainage de la baie du Mont-Saint-Michel. Le rapprochement d'un tel chenal à proximité du trait de côte, comme déjà observé au Bec d'Andaine, pourrait conduire à une phase érosion intense d'une zone pourtant chroniquement en voie de sédimentation. Un tel phénomène est difficilement prévisible et seul un suivi topographique de la zone peut permettre d'anticiper une telle évolution.

VI. Bibliographie GRESARC sur le site d'étude

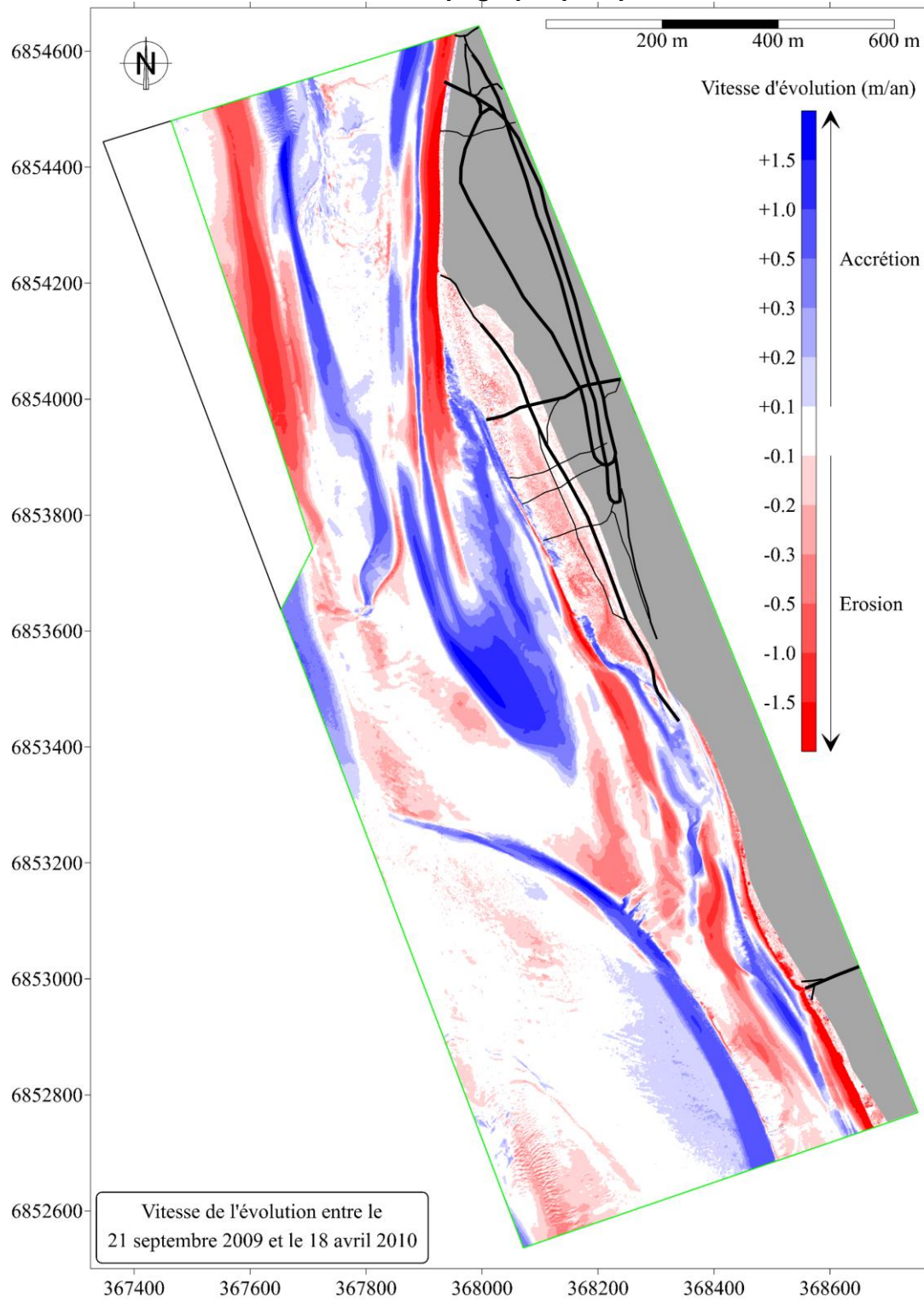
- GRESARC, 1996** : Etude d'impact des aménagements de protection contre la mer de la Communauté de Communes du Canton de Sartilly.
Communauté de Communes du Canton de Sartilly / Université de Caen.
- GRESARC, 2003a** : Actualisation de l'étude de défense contre la mer du littoral compris entre Saint-Jean-le-Thomas et Genêts de 1996.
Communauté de Communes du Canton de Sartilly / Université de Caen.
- GRESARC, 2003b** : Défense contre la mer du littoral compris entre Saint-Jean-le-Thomas et Genêts : Compte-rendu de la réunion du 24 septembre 2003 à la Station Marine de Luc-sur-Mer.
Communauté de Communes du Canton de Sartilly / Conservatoire du Littoral.
- GRESARC, 2004a** : Etude de faisabilité du rechargement de la plage de Saint-Jean-le-Thomas. Etude topographique et sédimentologique de la plage en vue de son rechargement.
Communauté de Communes du Canton de Sartilly / Université de Caen.
- GRESARC, 2004b** : Etude de faisabilité du rechargement de la plage de Saint-Jean-le-Thomas. Recherche d'un site d'emprunt de sables.
Communauté de Communes du Canton de Sartilly / Université de Caen.
- GRESARC, 2008** : Protection contre les submersions marines de la route littorale à Saint-Jean-le-Thomas.
Communauté de Communes du Canton de Sartilly.
- Levoy F. et Larsonneur C., 1994** : Etude globale de défense contre la mer de la côte ouest du Cotentin. Rapport XI : proposition d'un programme de travaux de protection contre la mer dans le cadre d'une politique globale d'aménagement.
Conseil Général de la Manche. 205 pages et annexes.

Table des illustrations

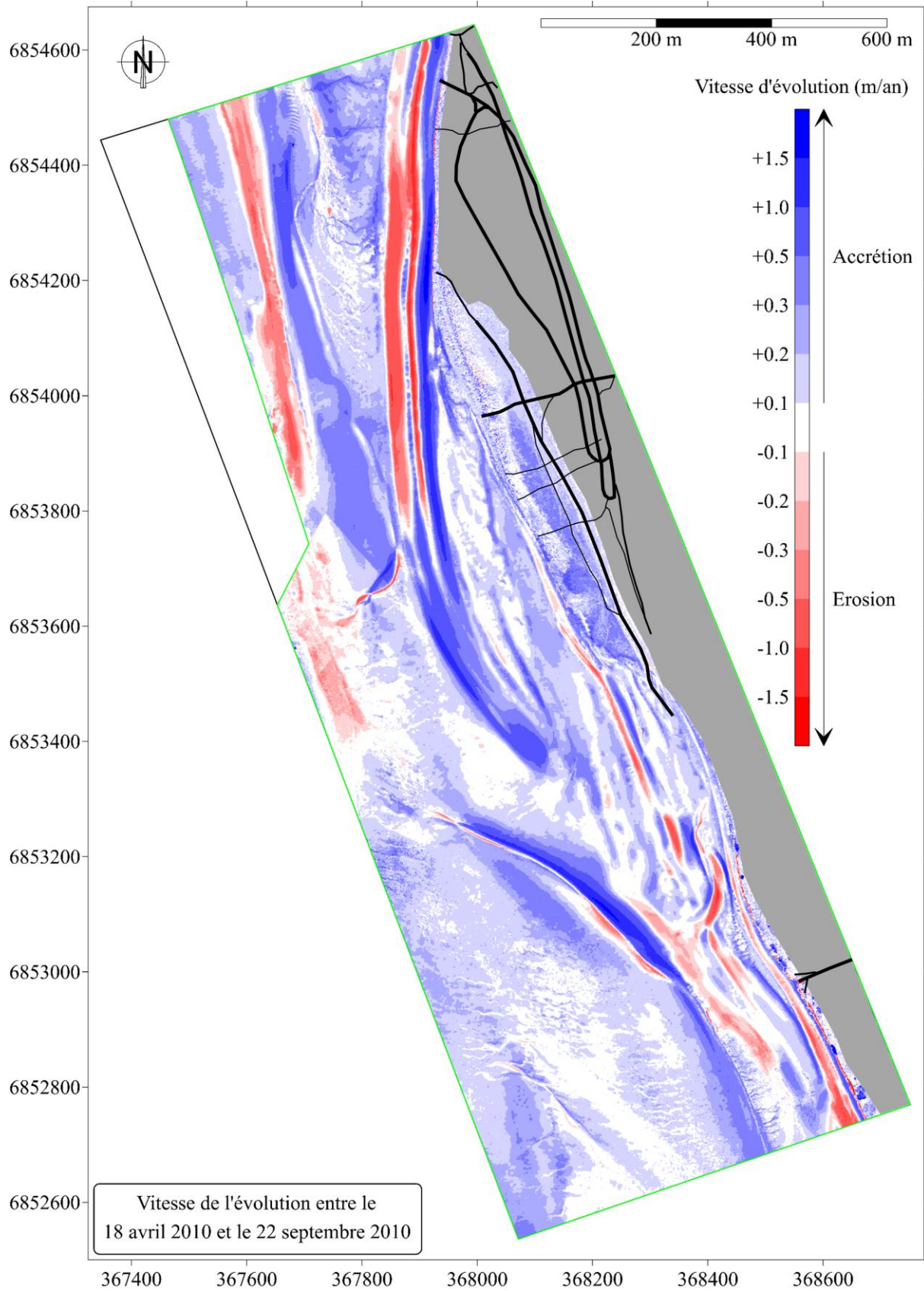
Figure 1 : Localisation de la zone d'étude, siège potentiel d'extraction de sédiments sableux sur la commune de Dragey-Ronthon.....	3
Figure 2 : Localisation des stations de suivi du littoral SW106 et SW107 sur la commune de Dragey-Ronthon sur l'emprise de la zone d'étude	4
Figure 3 : Evolution du profil de plage de la station SW106 à Dragey entre 1992 et 2019.	5
Figure 4 : Evolution des volumes sédimentaires au droit de la station SW106 entre 1992 et 2019	5
Figure 5 : Chronologie des levés LiDAR sur la zone d'étude (les points verts correspondent aux extractions de sédiments passées).....	6
Figure 6 : Exemple de déplacement du banc de sable entre septembre 2010 et août 2011 sur la zone d'étude de Dragey, et évolutions topographiques induites.....	7
Figure 7 : Carte de localisation des anciennes zones d'extractions sédimentaires à partir des différentiels topographiques sur la zone d'étude de Dragey pour les dates de mars à octobre 2016, octobre 2016 à septembre 2018 et septembre 2018 à mai 2019.....	9
Figure 8 : Graphique d'évolution du volume sédimentaire sur la zone d'étude de Dragey entre septembre 2009 et janvier 2020.....	10
Figure 9 : Carte de l'évolution topographique de la zone d'étude de Dragey entre septembre 2009 et janvier 2020.....	11
Figure 10 : Evolution du trait de côte depuis 1992 au droit de la station SW106.....	12
Figure 11 : Evolution du trait de côte depuis 1992 au droit de la station SW107.....	13
Figure 12 : Evolution du niveau des plus hautes mers astronomiques assimilé au trait de côte sur la zone d'étude de Dragey entre 2009 et 2020.	14
Figure 13 : Carte des indices RA de compatibilité sédimentaire pour les prélèvements de surface sur la zone d'étude de Dragey.	18
Figure 14 : Carte des indices RA de compatibilité sédimentaire pour les prélèvements de fond la zone d'étude de Dragey.	19
Figure 15 : Localisation de la zone d'extraction (contour rose) au regard de l'évolution topographique 2009-2020 de la plage de Dragey et des valeurs des indices RA en surface et en profondeur.....	21

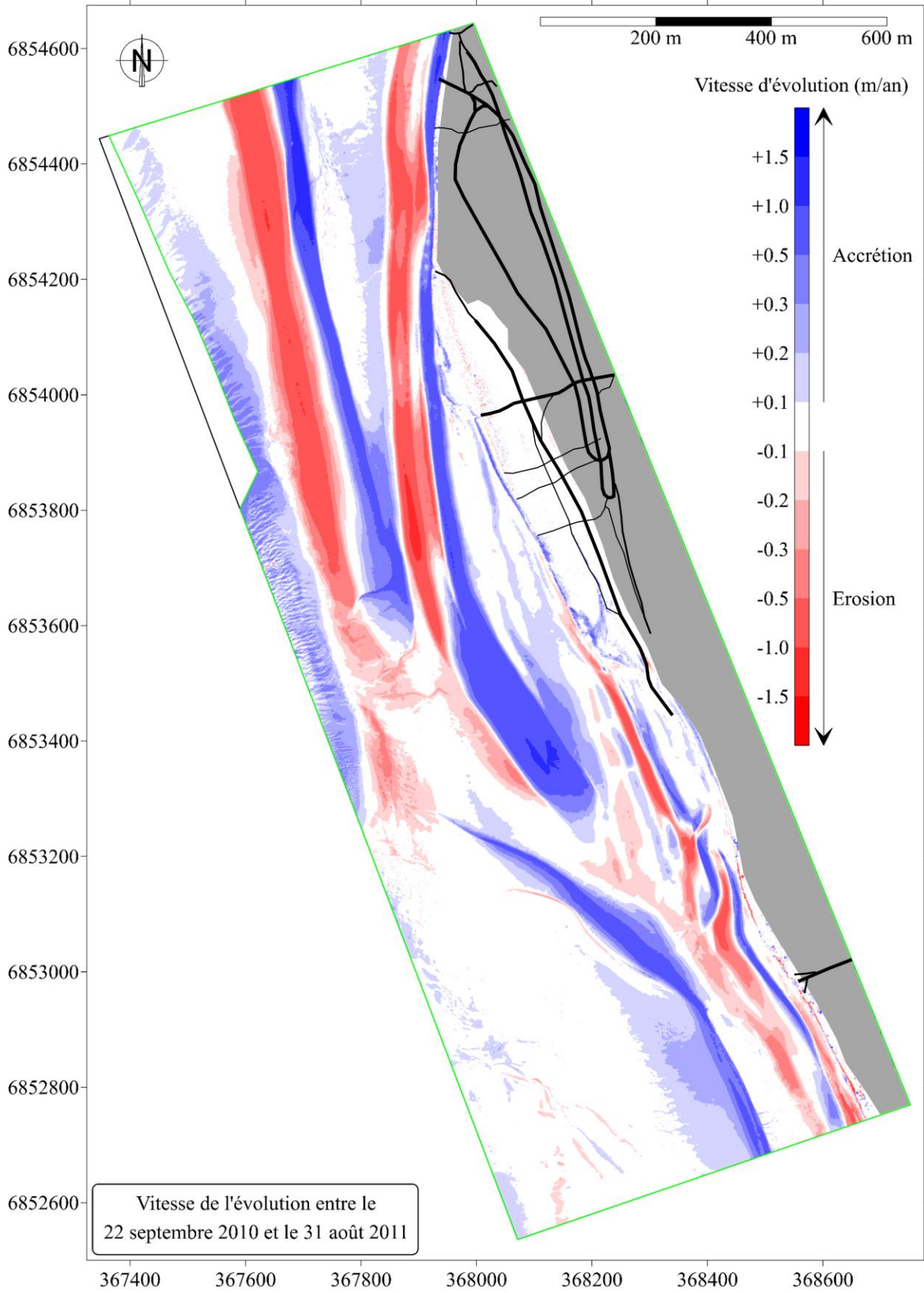
Annexe 1

Cartes des vitesses des évolutions topographiques passées sur la zone d'étude

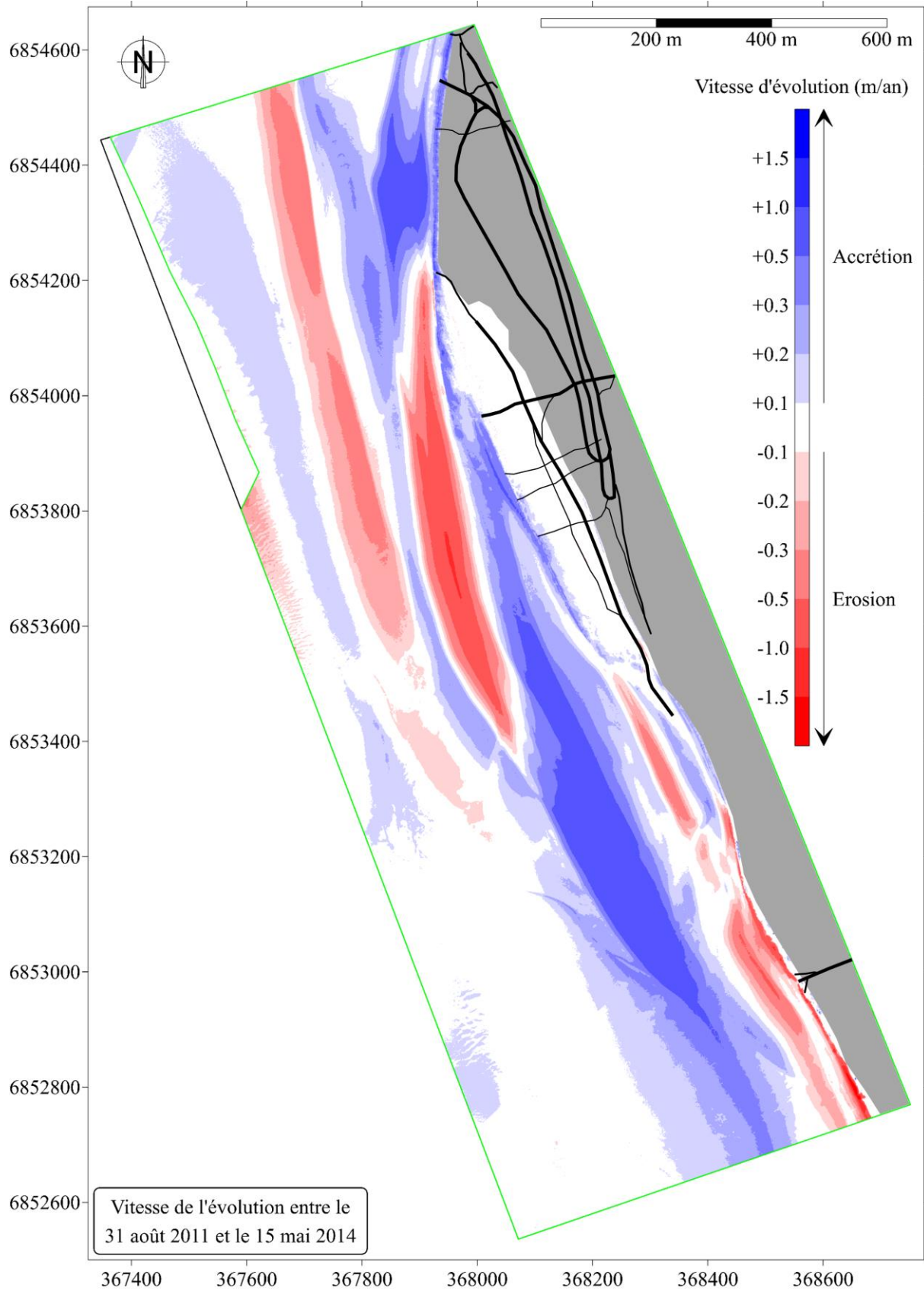


Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

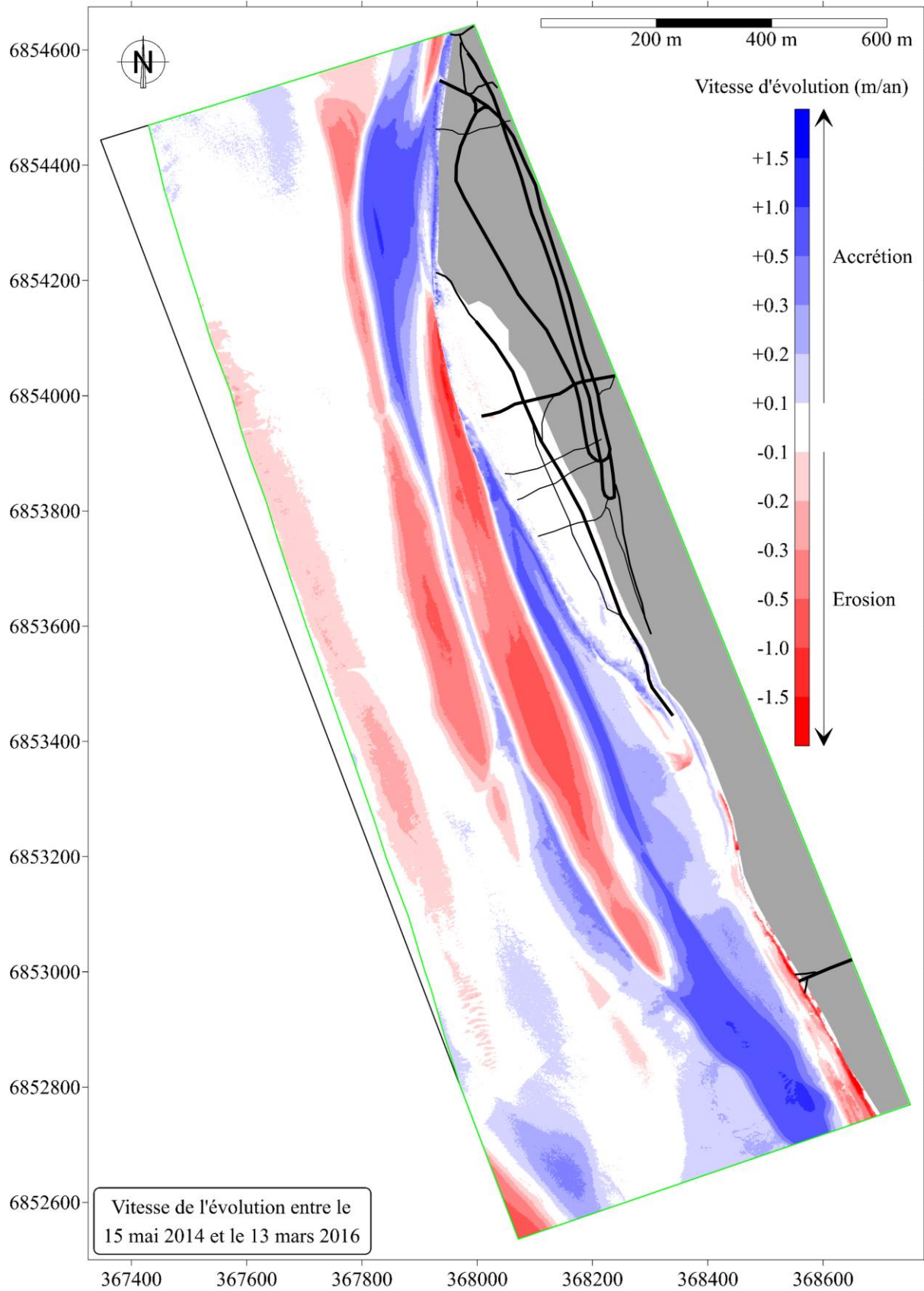


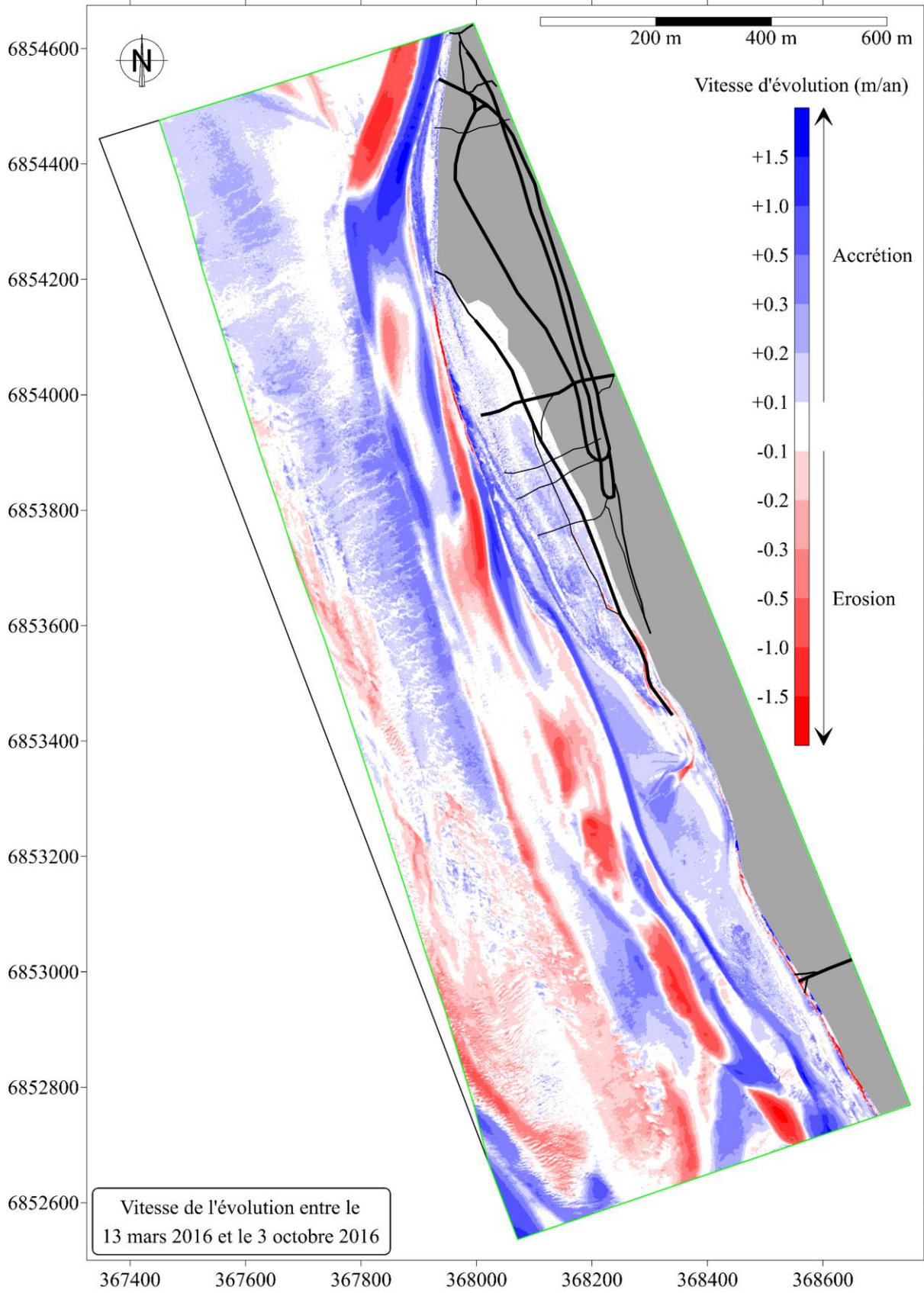


Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

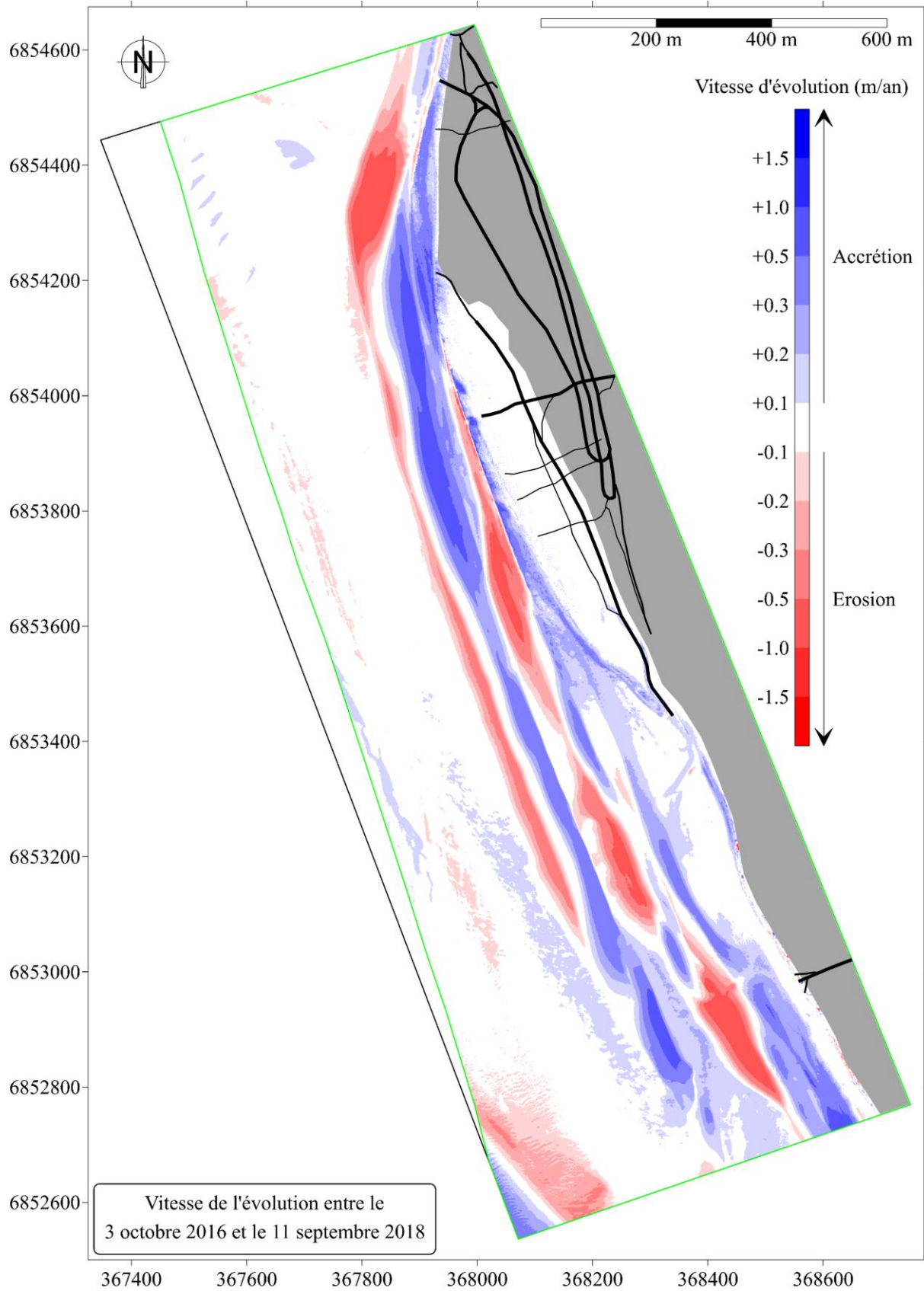


Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

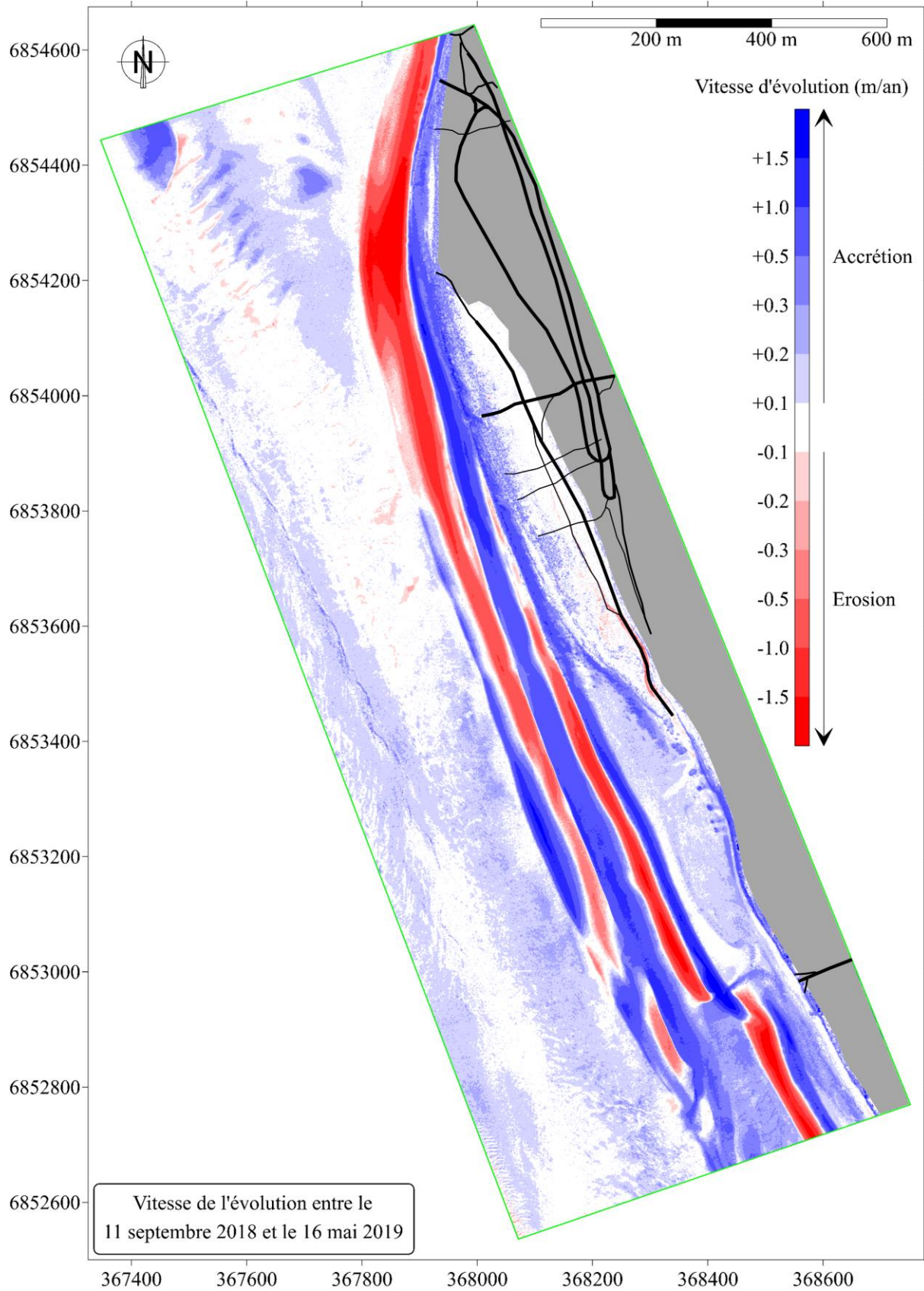




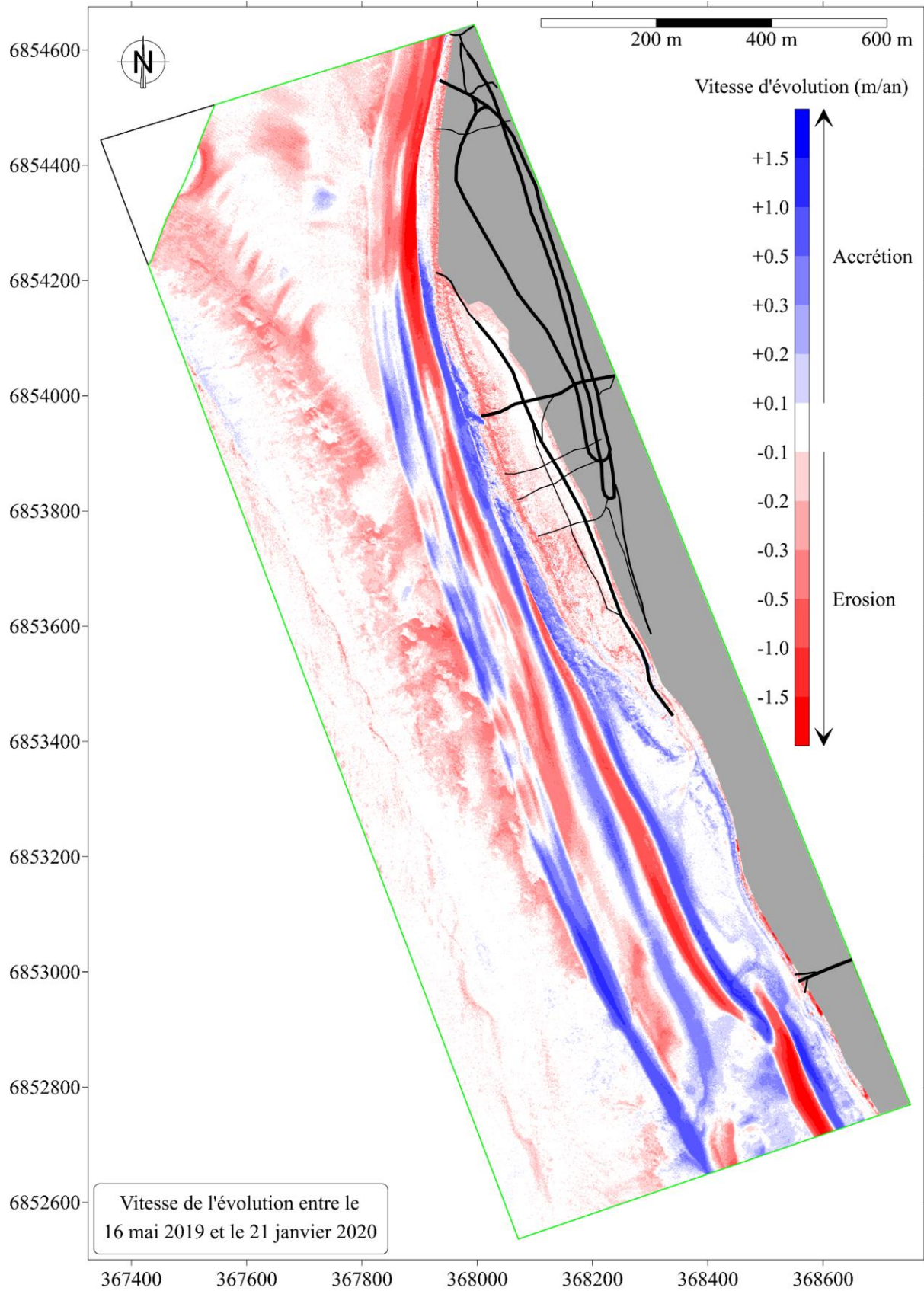
Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

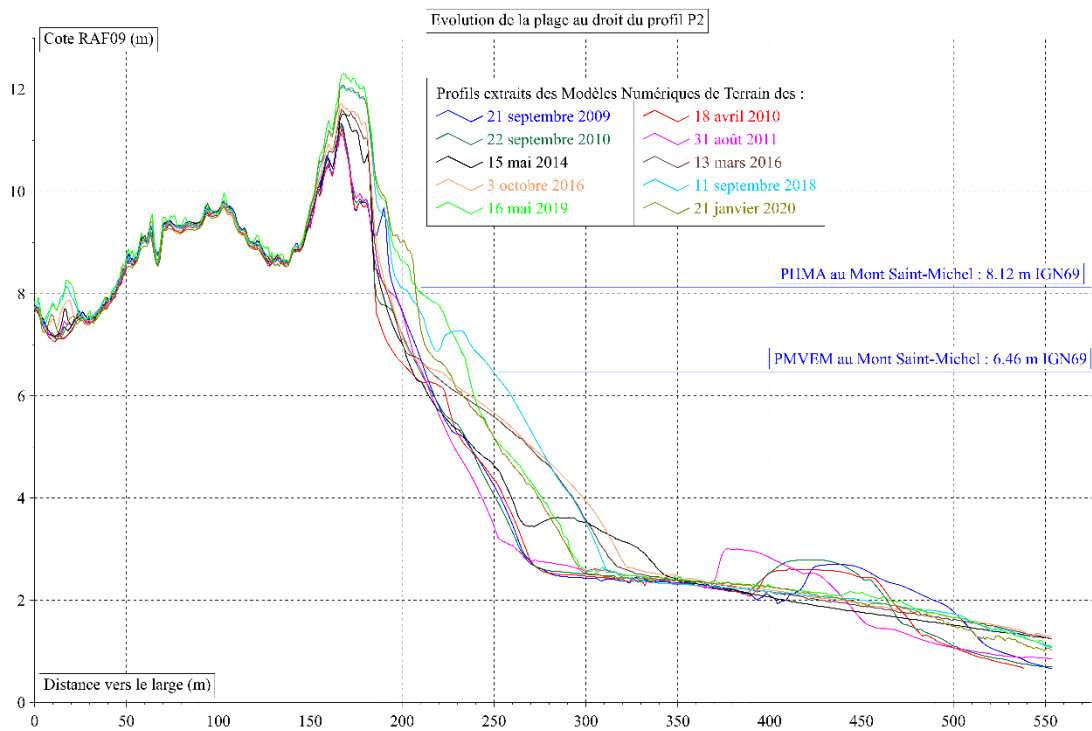
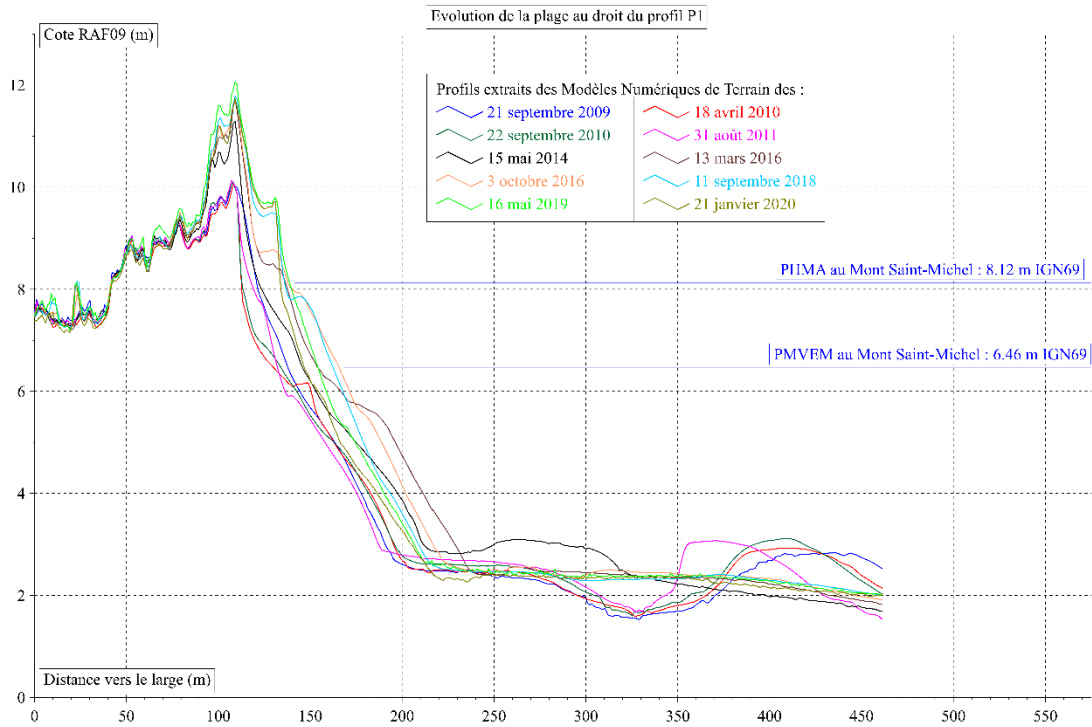


Annexe 2

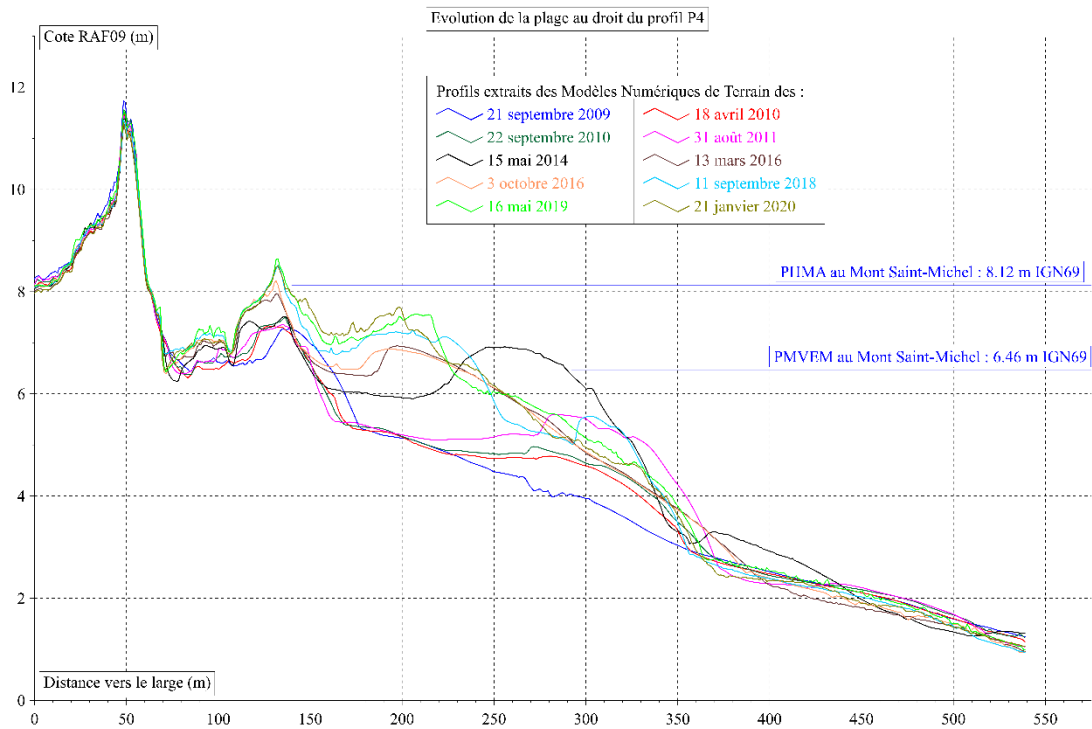
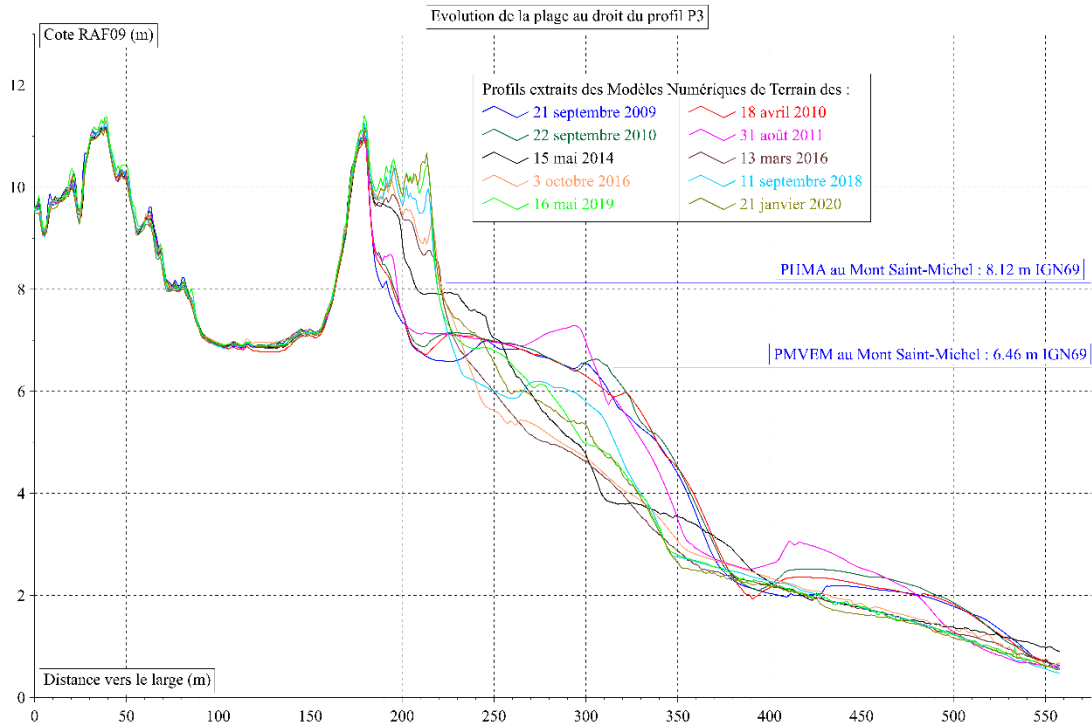
Localisation et profils transversaux sur la zone d'étude de Dragey



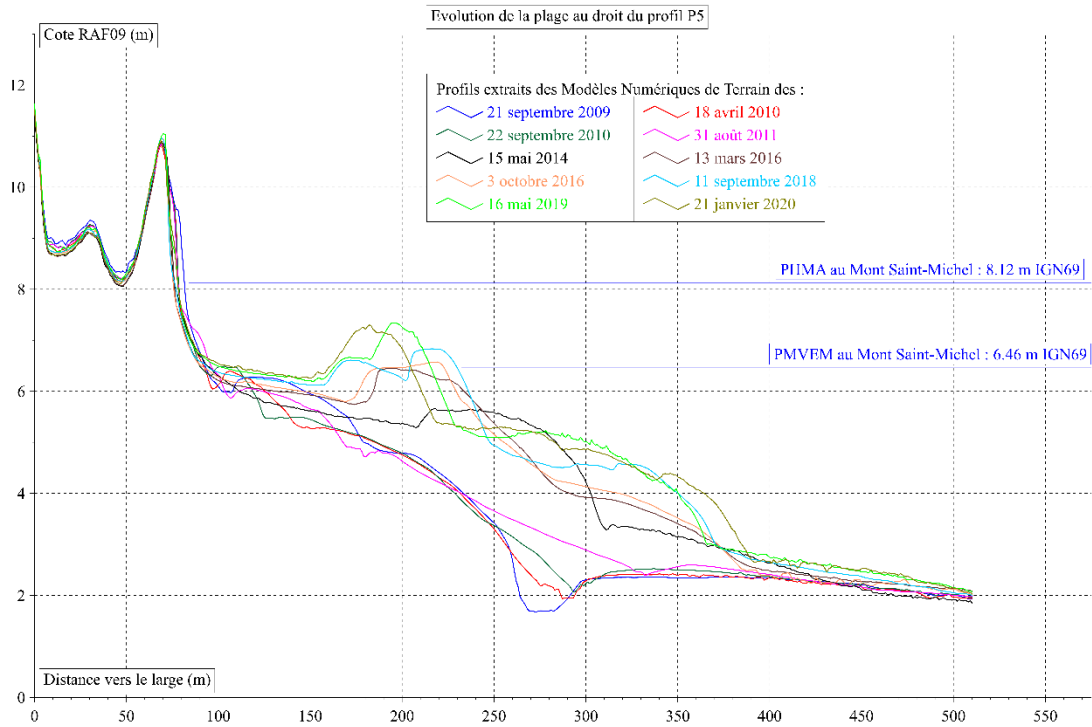
Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



Annexe 3

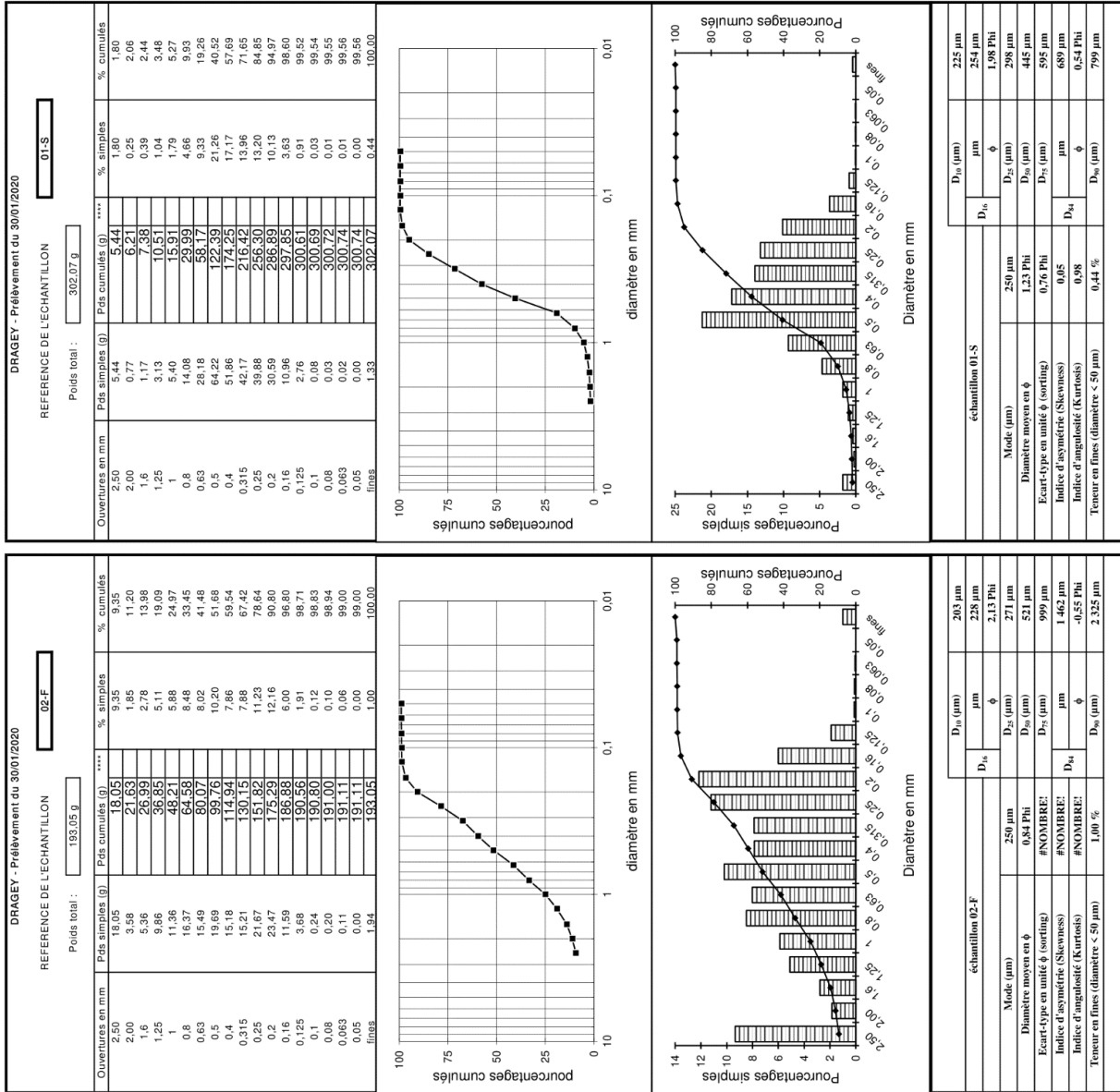
Localisation des prélèvements sédimentaires sur la zone d'étude de Dragey



Annexe 4

Résultats des analyses granulométriques par échantillons

(code -s = échantillon de surface / code -f = échantillon de fond)



Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

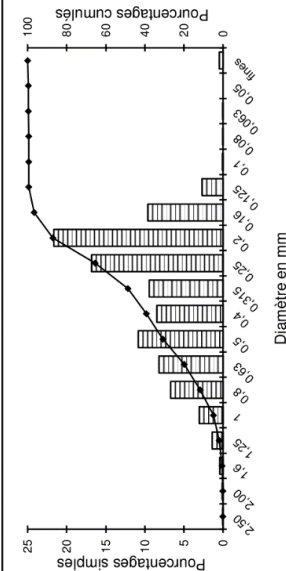
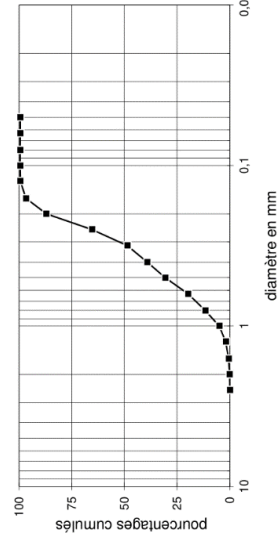
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **02-S**

Poids total : 256,95 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	0,01	0,01	0,00	0,00
2,00	0,28	0,29	0,11	0,11
1,6	1,07	1,36	0,42	0,53
1,25	3,60	4,96	1,40	1,83
1	7,81	12,77	3,04	4,87
0,8	17,24	30,01	6,71	11,68
0,63	21,07	51,08	8,20	19,88
0,5	27,87	78,95	10,85	30,73
0,4	21,77	100,72	8,47	39,20
0,315	24,27	124,99	9,45	48,64
0,25	43,23	168,22	16,82	65,47
0,2	55,65	223,87	21,66	87,13
0,16	24,71	248,58	9,62	96,74
0,125	6,90	255,48	2,69	99,43
0,1	0,19	255,67	0,07	99,50
0,08	0,02	255,69	0,01	99,51
0,063	0,02	255,71	0,01	99,52
0,05	0,00	255,71	0,00	99,52
fines	1,24	256,95	0,48	100,00



échantillon 02-S

D ₁₀ (µm)	188 µm
D ₁₆	207 µm
Mode (µm)	250 µm
D ₂₅ (µm)	228 µm
D ₅₀ (µm)	310 µm
D ₇₅ (µm)	569 µm
D ₉₀ (µm)	710 µm
D ₉₄	0,48 Phi
D ₉₆ (µm)	850 µm

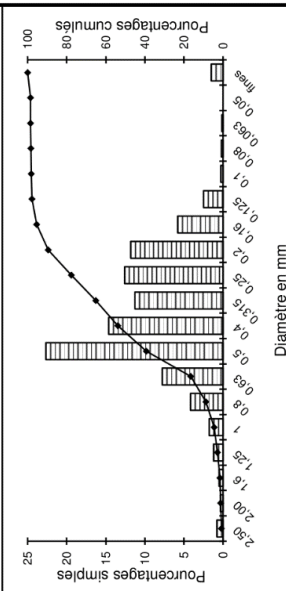
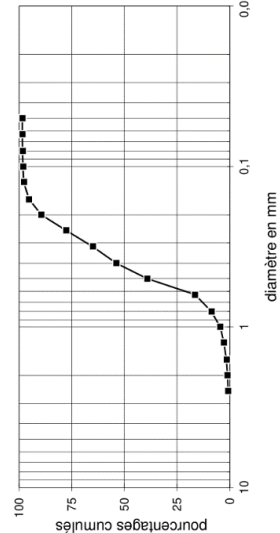
Mode (µm) 250 µm
Diamètre moyen en φ 1,48 Phi
Ecart-type en unité φ (sorting) 0,87 Phi
Indice d'asymétrie (Skewness) -0,33
Indice d'angulosité (Kurtosis) 0,80
Teneur en fines (diamètre < 50 µm) 0,48 %

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **03-F**

Poids total : 262,28 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	2,04	2,04	0,78	0,78
2,00	0,88	2,92	0,34	1,11
1,6	1,34	4,26	0,51	1,62
1,25	3,16	7,42	1,20	2,83
1	4,65	12,07	1,77	4,60
0,8	10,92	22,99	4,16	8,77
0,63	20,40	43,39	7,78	16,54
0,5	39,21	82,60	14,93	31,47
0,4	38,39	120,99	14,64	46,11
0,315	29,58	150,57	11,28	57,39
0,25	33,01	183,58	12,59	70,00
0,2	30,99	214,57	11,82	81,82
0,16	15,21	229,78	5,80	87,62
0,125	6,55	236,33	2,50	90,12
0,1	0,75	237,08	0,29	90,41
0,08	0,57	237,65	0,22	90,63
0,063	0,41	238,06	0,16	90,79
0,05	0,00	238,06	0,00	90,79
fines	3,87	241,93	1,51	100,00



échantillon 03-F

D ₁₀ (µm)	197 µm
D ₁₆	223 µm
Mode (µm)	250 µm
D ₂₅ (µm)	264 µm
D ₅₀ (µm)	426 µm
D ₇₅ (µm)	582 µm
D ₉₀ (µm)	642 µm
D ₉₄	0,64 Phi
D ₉₆ (µm)	773 µm

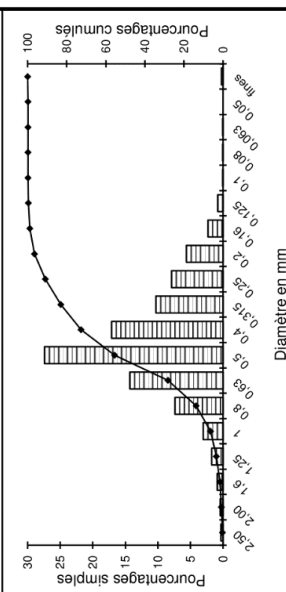
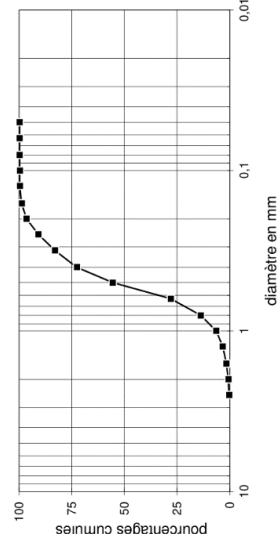
Mode (µm) 250 µm
Diamètre moyen en φ 1,34 Phi
Ecart-type en unité φ (sorting) 0,81 Phi
Indice d'asymétrie (Skewness) 0,15
Indice d'angulosité (Kurtosis) 0,93
Teneur en fines (diamètre < 50 µm) 1,51 %

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **03-S**

Poids total : 199,44 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	0,66	0,66	0,33	0,33
2,00	0,88	1,52	0,43	0,76
1,6	1,77	3,29	0,89	1,65
1,25	3,49	6,78	1,75	3,40
1	6,09	12,87	3,05	6,45
0,8	14,73	27,60	7,39	13,84
0,63	28,54	56,14	14,31	28,15
0,5	54,67	110,81	27,41	55,56
0,4	34,13	144,94	17,11	72,67
0,315	20,57	165,51	10,31	82,99
0,25	15,77	181,28	7,91	90,89
0,2	11,24	192,52	5,64	96,53
0,16	4,61	197,13	2,31	98,84
0,125	1,63	198,76	0,82	99,66
0,1	0,10	198,86	0,05	99,71
0,08	0,06	198,92	0,03	99,74
0,063	0,01	198,93	0,01	99,74
0,05	0,00	198,93	0,00	99,74
fines	0,51	199,44	0,26	100,00



échantillon 03-S

D ₁₀ (µm)	257 µm
D ₁₆	307 µm
Mode (µm)	250 µm
D ₂₅ (µm)	381 µm
D ₅₀ (µm)	526 µm
D ₇₅ (µm)	667 µm
D ₉₀ (µm)	774 µm
D ₉₄	0,37 Phi
D ₉₆ (µm)	904 µm

Mode (µm) 250 µm
Diamètre moyen en φ 1,00 Phi
Ecart-type en unité φ (sorting) 0,73 Phi
Indice d'asymétrie (Skewness) 0,13
Indice d'angulosité (Kurtosis) 1,21
Teneur en fines (diamètre < 50 µm) 0,26 %

Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

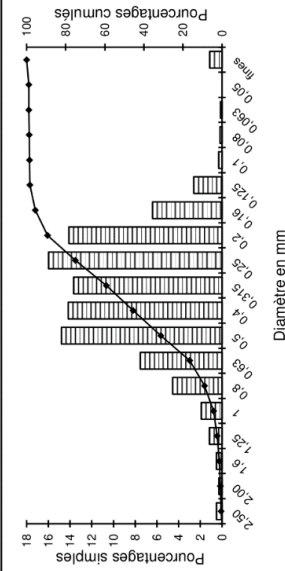
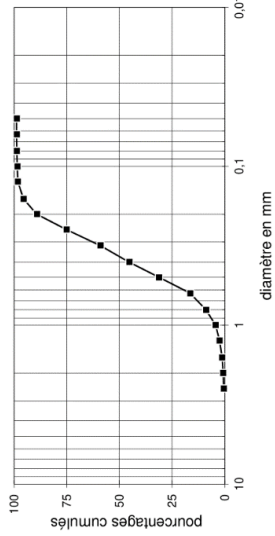
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **04-F**

Poids total : 251,94 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	1,31	1,31	0,52	0,52
2,00	0,72	2,03	0,29	0,81
1,6	1,31	3,34	0,52	1,33
1,25	2,92	6,26	1,16	2,48
1	4,82	11,08	1,91	4,40
0,8	11,47	22,55	4,55	8,95
0,63	18,88	41,43	7,53	16,48
0,5	37,27	78,70	14,79	31,28
0,4	35,70	114,50	14,17	45,45
0,315	34,45	148,95	13,67	59,12
0,25	40,26	189,21	15,88	75,10
0,2	35,54	224,75	14,11	89,21
0,16	16,14	240,89	6,41	95,61
0,125	6,57	247,46	2,61	98,22
0,1	0,78	248,24	0,31	98,53
0,08	0,47	248,71	0,19	98,72
0,063	0,36	249,07	0,14	98,86
0,05	0,00	249,07	0,00	98,86
fines	2,87	251,94	1,14	100,00



échantillon 04-F

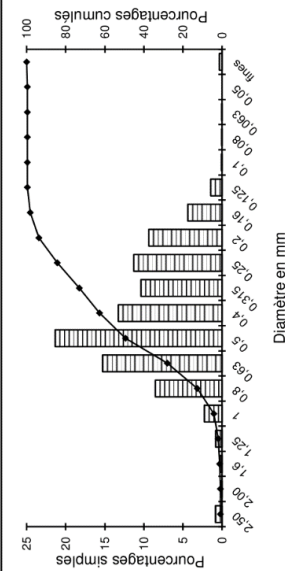
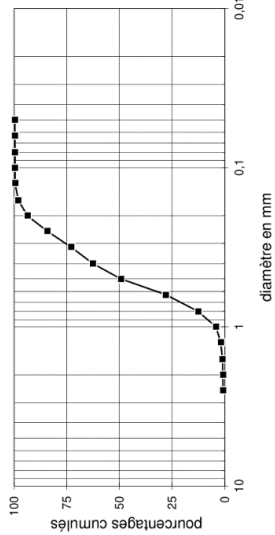
D_{10} (μm)	195 μm
D_{16}	215 μm
D_{50} (μm)	250 μm
D_{84}	372 μm
D_{90} (μm)	440 μm
Mode (μm)	250 μm
Diamètre moyen en ϕ	1,42 ϕ
Diamètre moyen en μm	372 μm
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0,83 ϕ
Ecart-type en μm	555 μm
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0,05
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0,02
Teneur en fines (diamètre < 50 μm)	1,14 %
Teneur en fines (diamètre < 75 μm)	7,76 %

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **04-S**

Poids total : 201,19 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	1,70	1,70	0,84	0,84
2,00	0,13	1,83	0,06	0,90
1,6	0,44	2,27	0,22	1,13
1,25	1,63	3,90	0,81	1,94
1	4,56	8,46	2,27	4,20
0,8	17,17	25,63	8,53	12,74
0,63	30,74	56,37	15,28	28,02
0,5	42,95	99,32	21,35	49,37
0,4	26,71	126,03	13,28	62,64
0,315	20,88	146,91	10,38	73,02
0,25	22,74	169,65	11,30	84,32
0,2	18,86	188,51	9,37	93,70
0,16	8,82	197,33	4,38	98,08
0,125	2,93	200,26	1,46	99,54
0,1	0,16	200,42	0,08	99,62
0,08	0,05	200,47	0,02	99,64
0,063	0,03	200,50	0,01	99,66
0,05	0,00	200,50	0,00	99,66
fines	0,69	201,19	0,34	100,00



échantillon 04-S

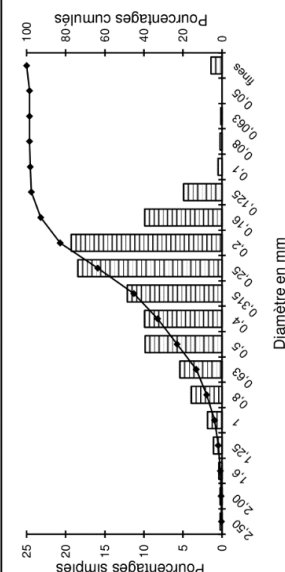
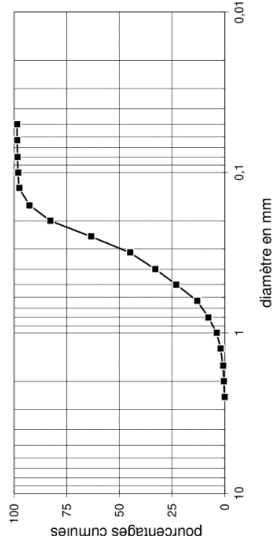
D_{10} (μm)	220 μm
D_{16}	252 μm
D_{50} (μm)	304 μm
D_{84}	495 μm
D_{90} (μm)	664 μm
Mode (μm)	250 μm
Diamètre moyen en ϕ	1,13 ϕ
Diamètre moyen en μm	495 μm
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0,80 ϕ
Ecart-type en μm	764 μm
Indice d'asymétrie (Skewness)	0,20
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0,87
Teneur en fines (diamètre < 50 μm)	0,34 %
Teneur en fines (diamètre < 75 μm)	8,64 %

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **05-F**

Poids total : 153,63 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	0,38	0,38	0,25	0,25
2,00	0,39	0,77	0,25	0,50
1,6	0,62	1,39	0,40	0,90
1,25	1,69	3,08	1,10	2,00
1	2,86	5,94	1,86	3,87
0,8	6,06	12,00	3,94	7,81
0,63	8,29	20,29	5,40	13,21
0,5	15,12	35,41	9,84	23,05
0,4	15,23	50,64	9,91	32,96
0,315	18,63	69,27	12,13	45,09
0,25	28,35	97,62	18,45	63,54
0,2	29,65	127,27	19,30	82,84
0,16	15,20	142,47	9,89	92,74
0,125	7,95	150,43	4,92	97,66
0,1	0,1	150,81	0,07	98,16
0,08	0,40	151,21	0,26	98,42
0,063	0,24	151,45	0,16	98,58
0,05	0,00	151,45	0,00	98,58
fines	2,18	153,63	1,42	100,00

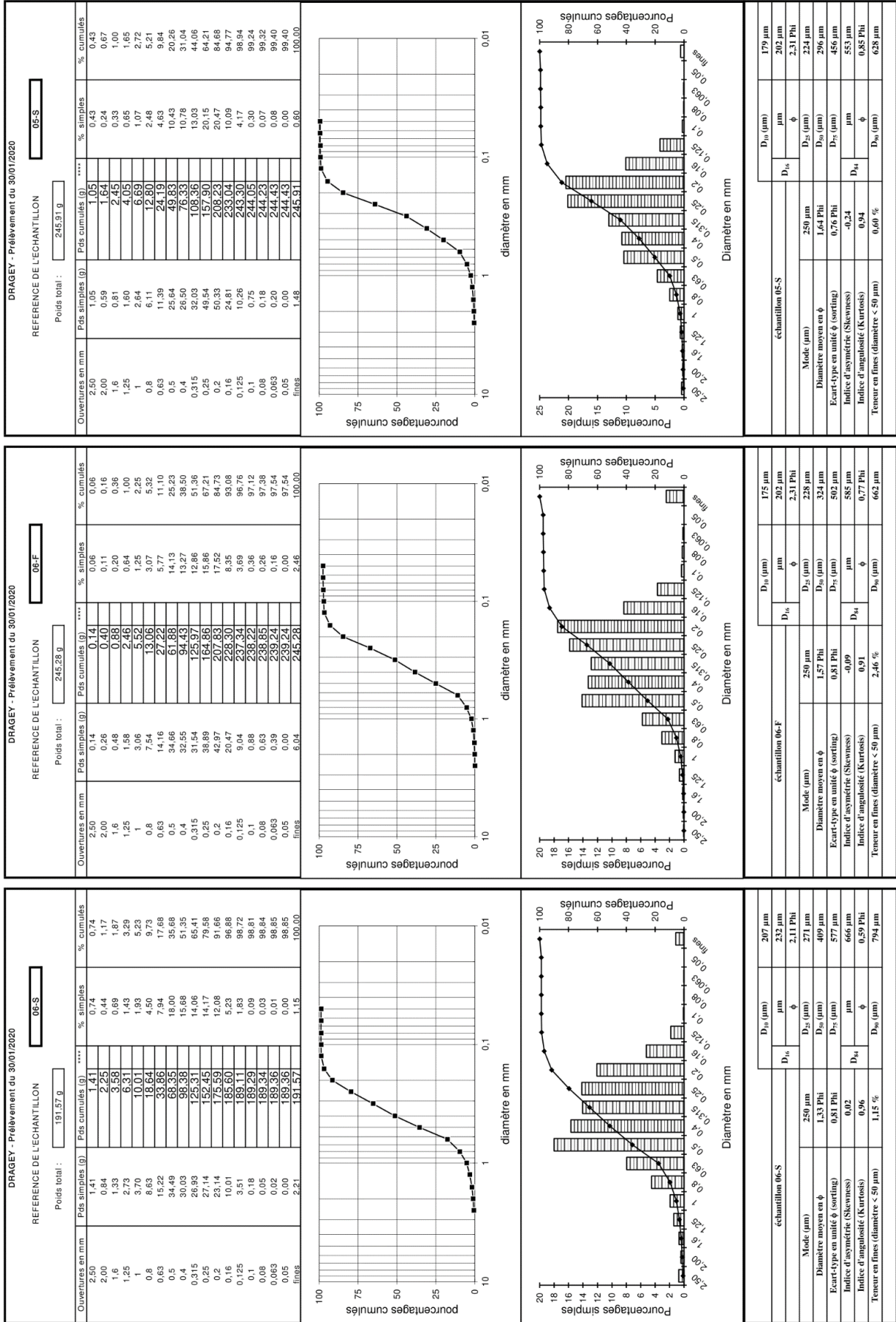


échantillon 05-F

D_{10} (μm)	171 μm
D_{16}	195 μm
D_{50} (μm)	220 μm
D_{84}	298 μm
D_{90} (μm)	480 μm
Mode (μm)	250 μm
Diamètre moyen en ϕ	1,02 ϕ
Diamètre moyen en μm	298 μm
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0,85 ϕ
Ecart-type en μm	593 μm
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0,23
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0,99
Teneur en fines (diamètre < 50 μm)	1,42 %
Teneur en fines (diamètre < 75 μm)	7,31 %

Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

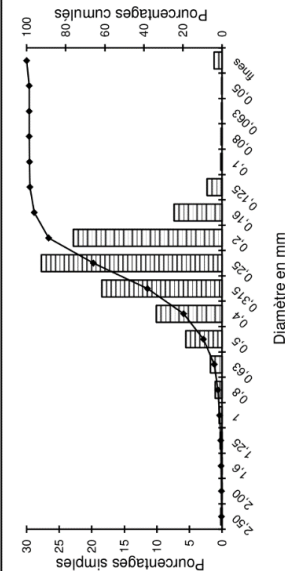
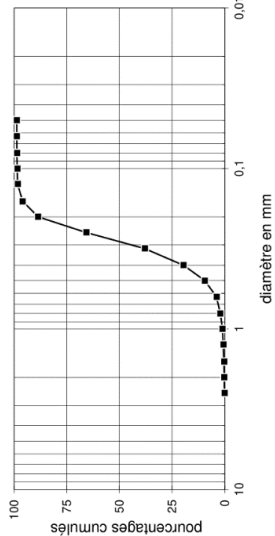
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **07-F**

Poids total : 215,96 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	0,43	0,43	0,20	0,20
2,00	0,21	0,64	0,10	0,30
1,6	0,21	0,85	0,10	0,39
1,25	0,64	1,49	0,30	0,69
1	0,95	2,44	0,44	1,13
0,8	2,27	4,71	1,05	2,18
0,63	3,85	8,56	1,78	3,96
0,5	12,02	20,58	5,57	9,53
0,4	21,80	42,38	10,09	19,62
0,315	39,86	82,24	18,46	38,08
0,25	59,93	142,17	27,75	65,83
0,2	49,32	191,49	22,84	88,67
0,16	15,90	207,39	7,36	96,03
0,125	4,97	212,36	2,30	98,33
0,1	0,41	212,77	0,19	98,52
0,08	0,30	213,07	0,14	98,66
0,063	0,18	213,25	0,08	98,75
0,05	0,05	213,30	0,02	98,77
fines	2,88	215,96	1,23	100,00



échantillon 07-F

D ₁₀ (µm)	193 µm
D ₁₆	210 µm
µm	φ
D ₂₅ (µm)	250 µm
D ₅₀ (µm)	287 µm
D ₇₅ (µm)	375 µm
D ₈₄	456 µm
µm	φ
D ₉₀ (µm)	495 µm

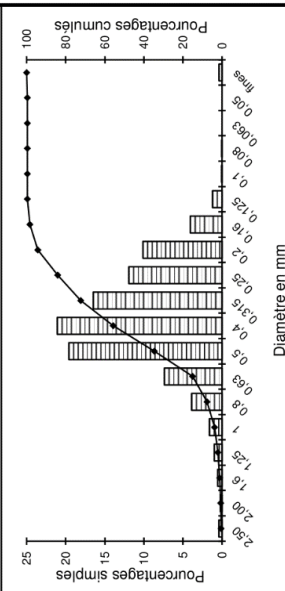
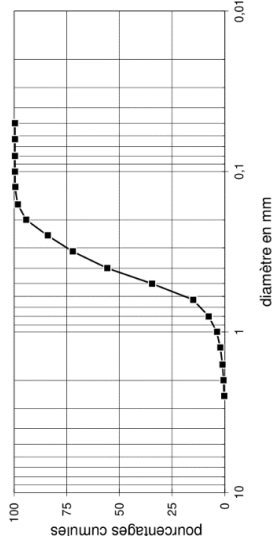
Mode (µm) 250 µm
Diamètre moyen en φ 1,75 Phi
Ecart-type en unité φ (sorting) 0,57 Phi
Indice d'asymétrie (Skewness) -0,15
Indice d'angulosité (Kurtosis) 1,09
Teneur en fines (diamètre < 50 µm) 1,23 %

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **07-S**

Poids total : 139,03 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	0,56	0,56	0,40	0,40
2,00	0,31	0,87	0,22	0,63
1,6	0,78	1,65	0,56	1,19
1,25	1,39	3,04	1,00	2,19
1	2,24	5,28	1,61	3,80
0,8	5,41	10,69	3,89	7,69
0,63	10,26	20,95	7,38	15,07
0,5	27,24	48,19	19,59	34,66
0,4	29,31	77,50	21,08	55,74
0,315	22,90	100,40	16,47	72,21
0,25	16,58	116,98	11,83	84,14
0,2	14,07	131,05	10,12	94,26
0,16	5,65	136,70	4,06	98,32
0,125	1,69	138,39	1,22	99,54
0,1	0,08	138,47	0,06	99,60
0,08	0,02	138,49	0,01	99,61
0,063	0,00	138,49	0,00	99,61
0,05	0,00	138,49	0,00	99,61
fines	0,44	139,03	0,32	100,00



échantillon 07-S

D ₁₀ (µm)	221 µm
D ₁₆	251 µm
µm	φ
D ₂₅ (µm)	300 µm
D ₅₀ (µm)	427 µm
D ₇₅ (µm)	564 µm
D ₈₄	624 µm
µm	φ
D ₉₀ (µm)	747 µm

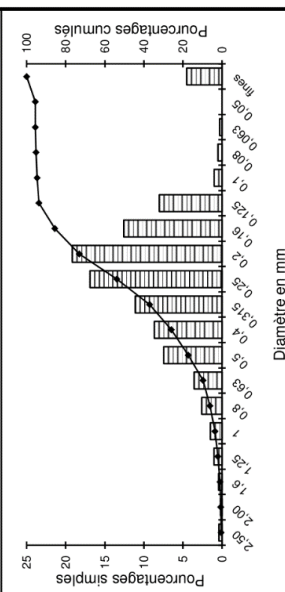
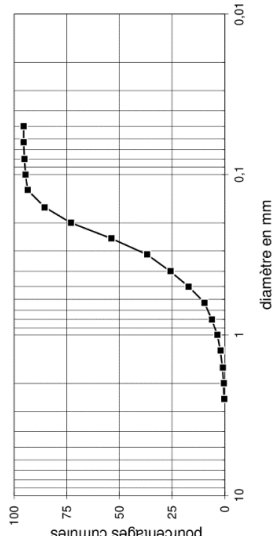
Mode (µm) 250 µm
Diamètre moyen en φ 1,30 Phi
Ecart-type en unité φ (sorting) 0,71 Phi
Indice d'asymétrie (Skewness) 0,09
Indice d'angulosité (Kurtosis) 1,03
Teneur en fines (diamètre < 50 µm) 0,39 %

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **08-F**

Poids total : 234,54 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	0,93	0,93	0,40	0,40
2,00	0,46	1,39	0,20	0,59
1,6	1,03	2,42	0,44	1,03
1,25	2,44	4,86	1,04	2,07
1	3,50	8,36	1,49	3,56
0,8	6,10	14,46	2,60	6,17
0,63	8,39	22,85	3,58	9,74
0,5	17,51	40,36	7,47	17,21
0,4	20,34	60,70	8,67	25,88
0,315	26,03	86,73	11,10	36,98
0,25	39,63	126,36	16,90	53,88
0,2	44,94	171,30	19,16	73,04
0,16	29,48	200,78	12,57	85,61
0,125	18,82	219,60	8,02	93,63
0,1	2,98	222,58	1,01	94,64
0,08	1,24	223,82	0,53	95,17
0,063	0,72	224,54	0,31	95,48
0,05	0,00	224,54	0,00	95,48
fines	10,60	234,54	4,52	100,00



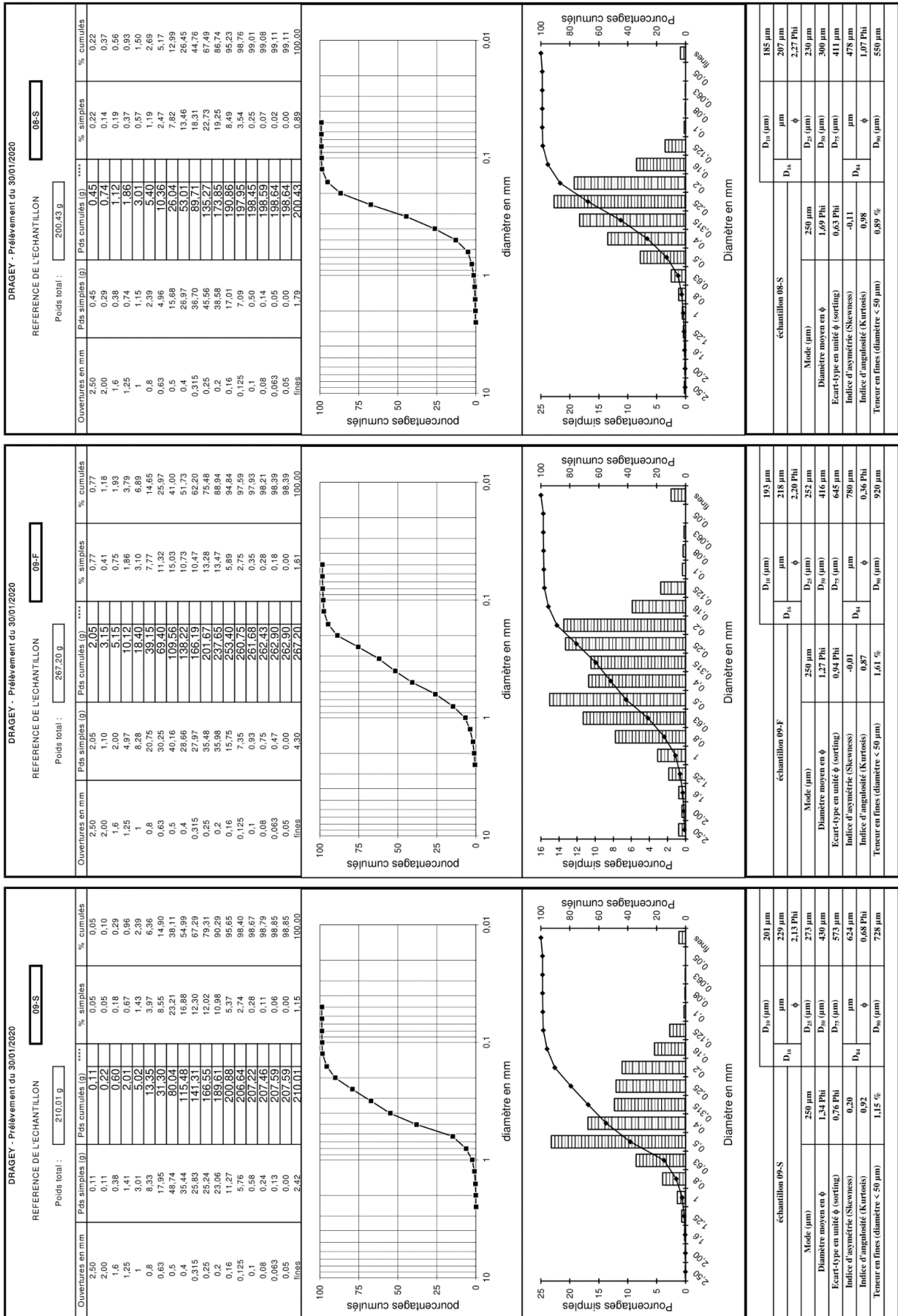
échantillon 08-F

D ₁₀ (µm)	141 µm
D ₁₆	165 µm
µm	φ
D ₂₅ (µm)	250 µm
D ₅₀ (µm)	194 µm
D ₇₅ (µm)	265 µm
D ₈₄	410 µm
µm	φ
D ₉₀ (µm)	521 µm
µm	φ
D ₉₅ (µm)	626 µm

Mode (µm) 250 µm
Diamètre moyen en φ 1,82 Phi
Ecart-type en unité φ (sorting) 0,97 Phi
Indice d'asymétrie (Skewness) -0,11
Indice d'angulosité (Kurtosis) 1,27
Teneur en fines (diamètre < 50 µm) 4,52 %

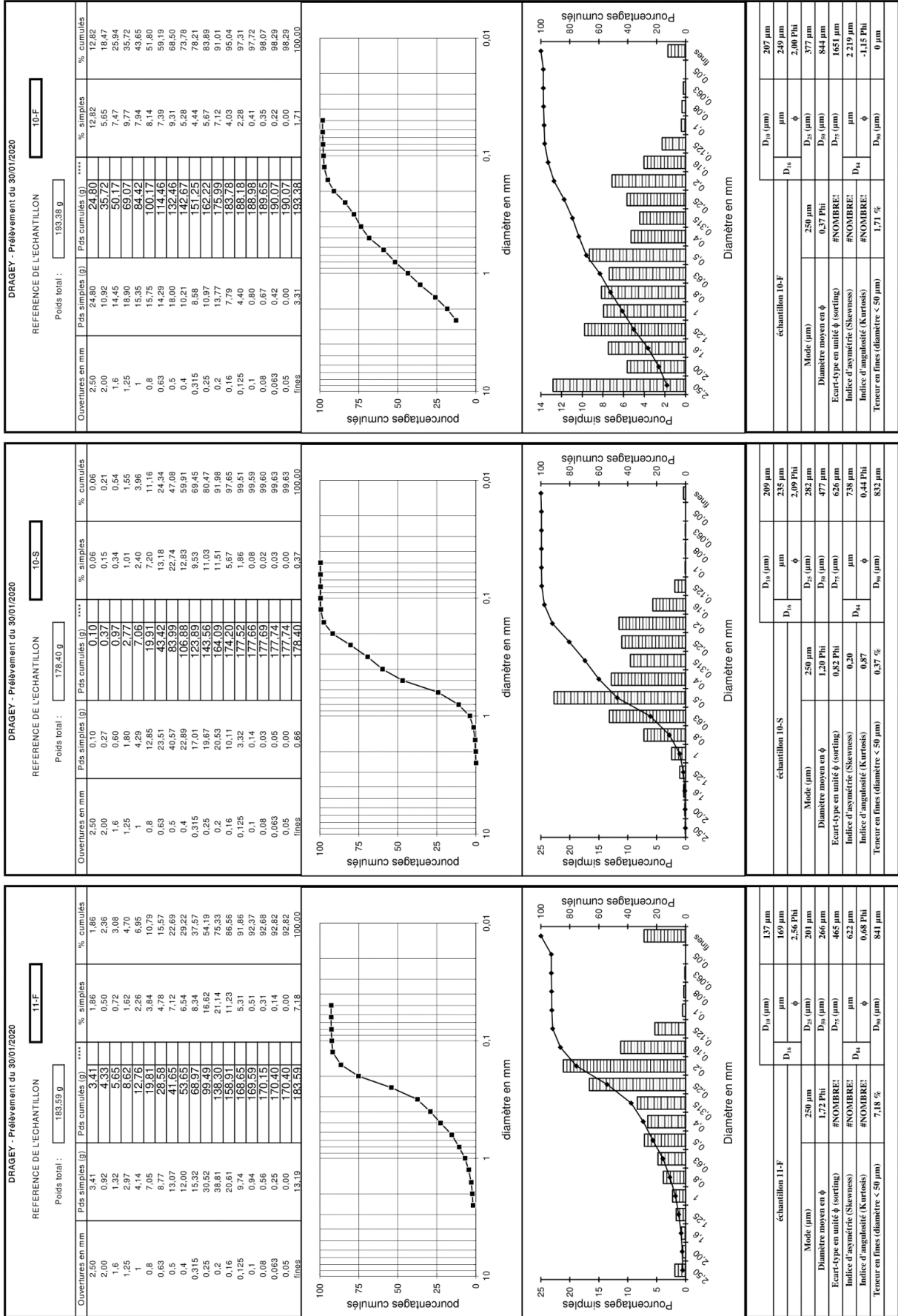
Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



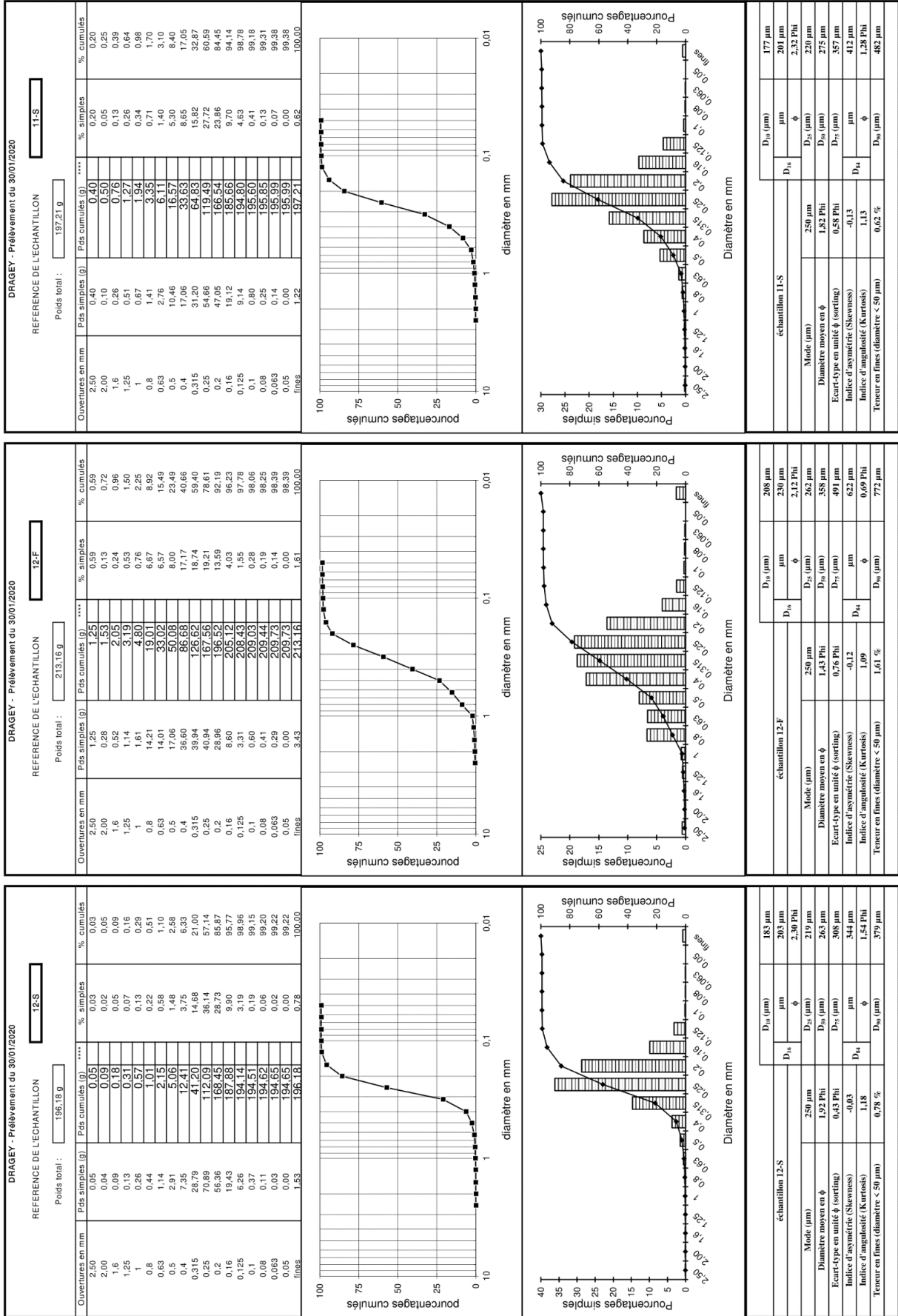
Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



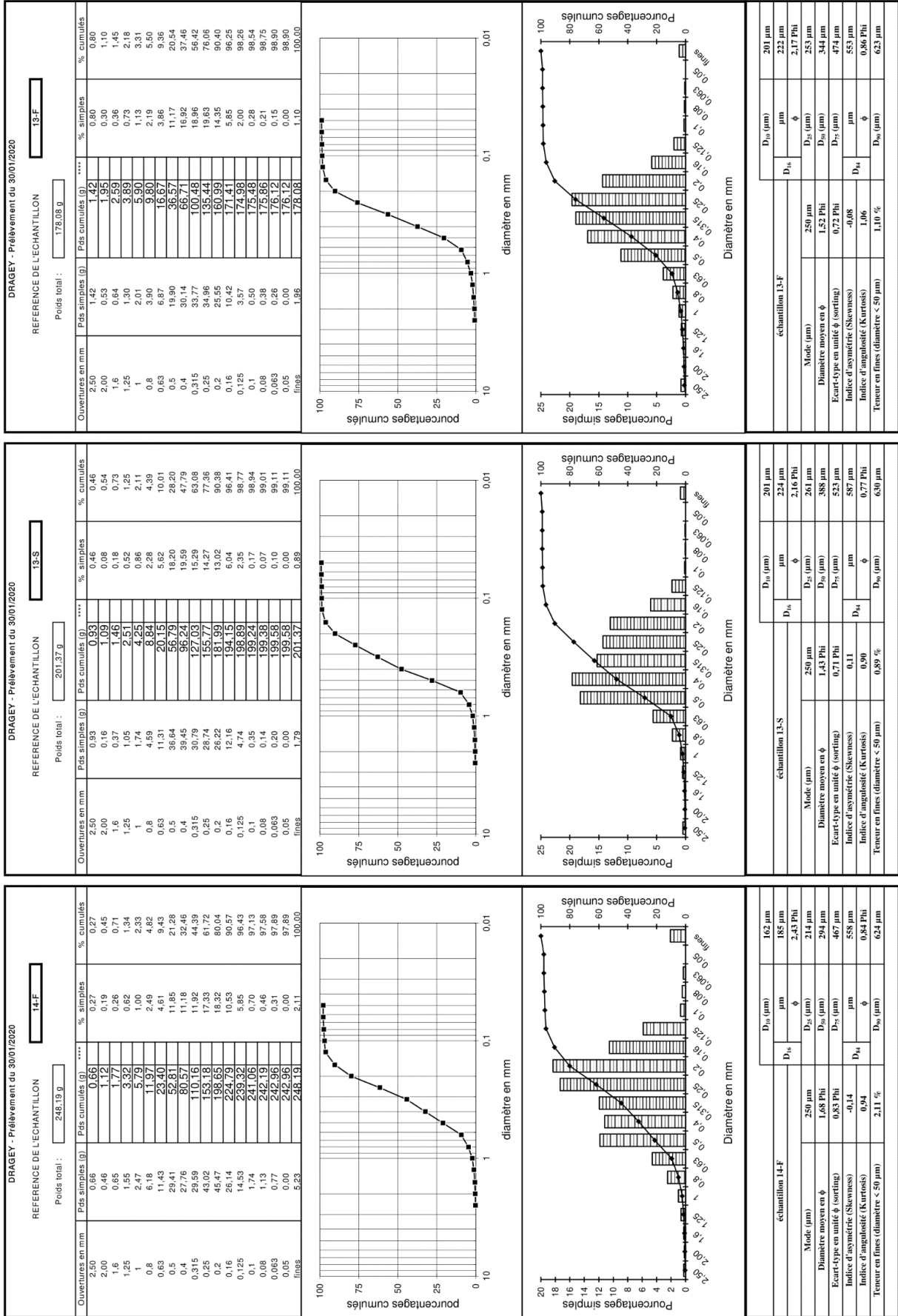
Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



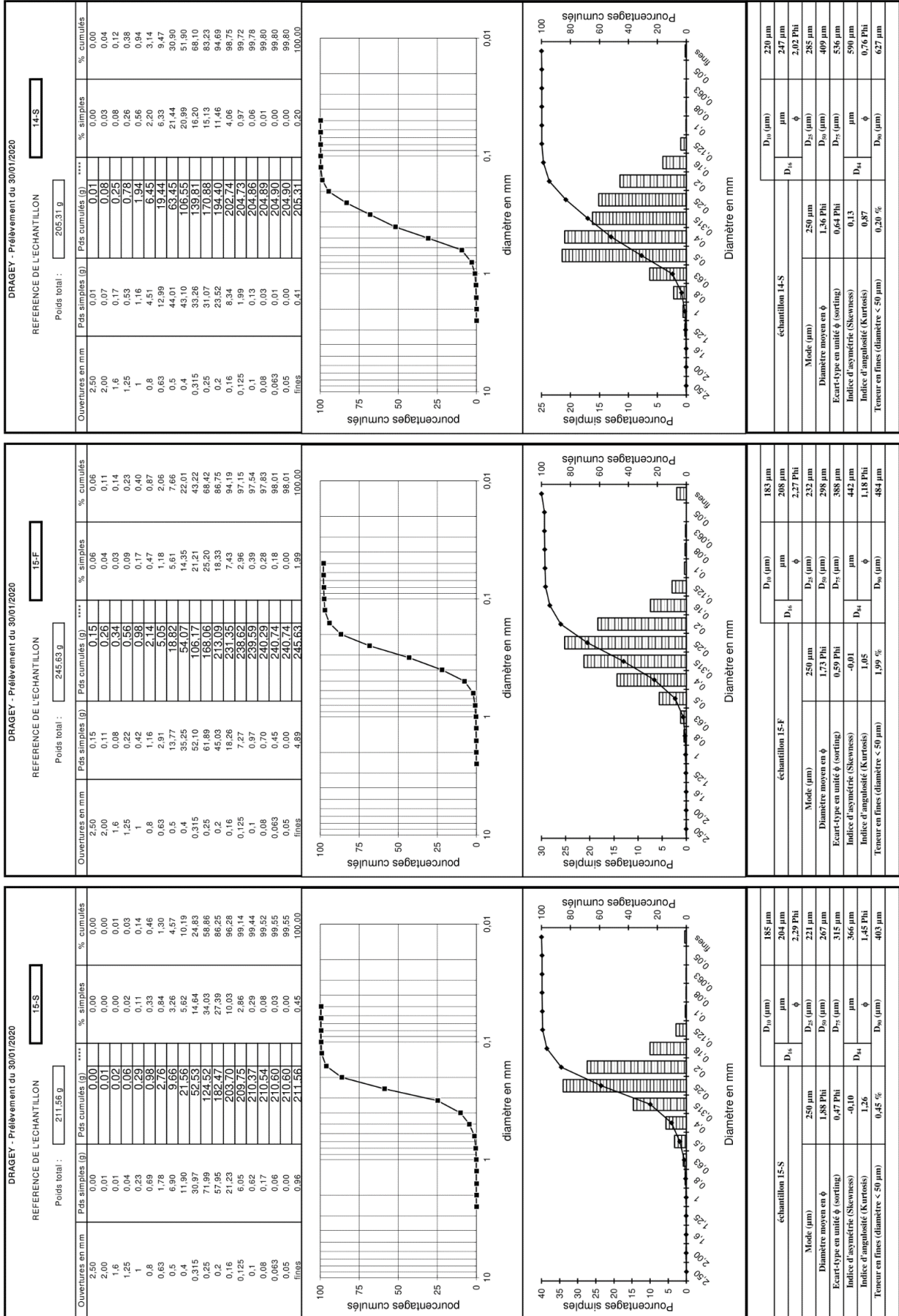
Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



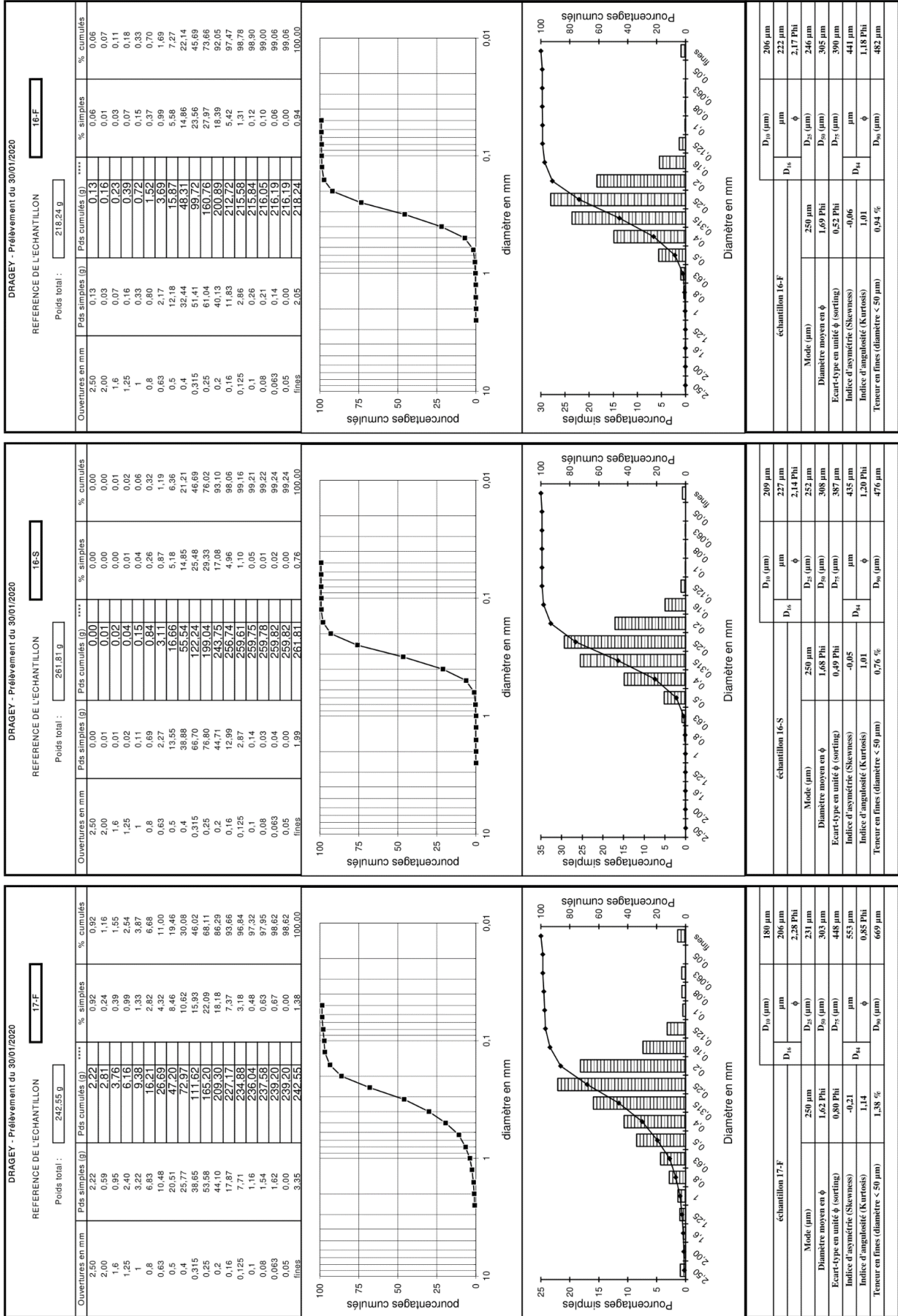
Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



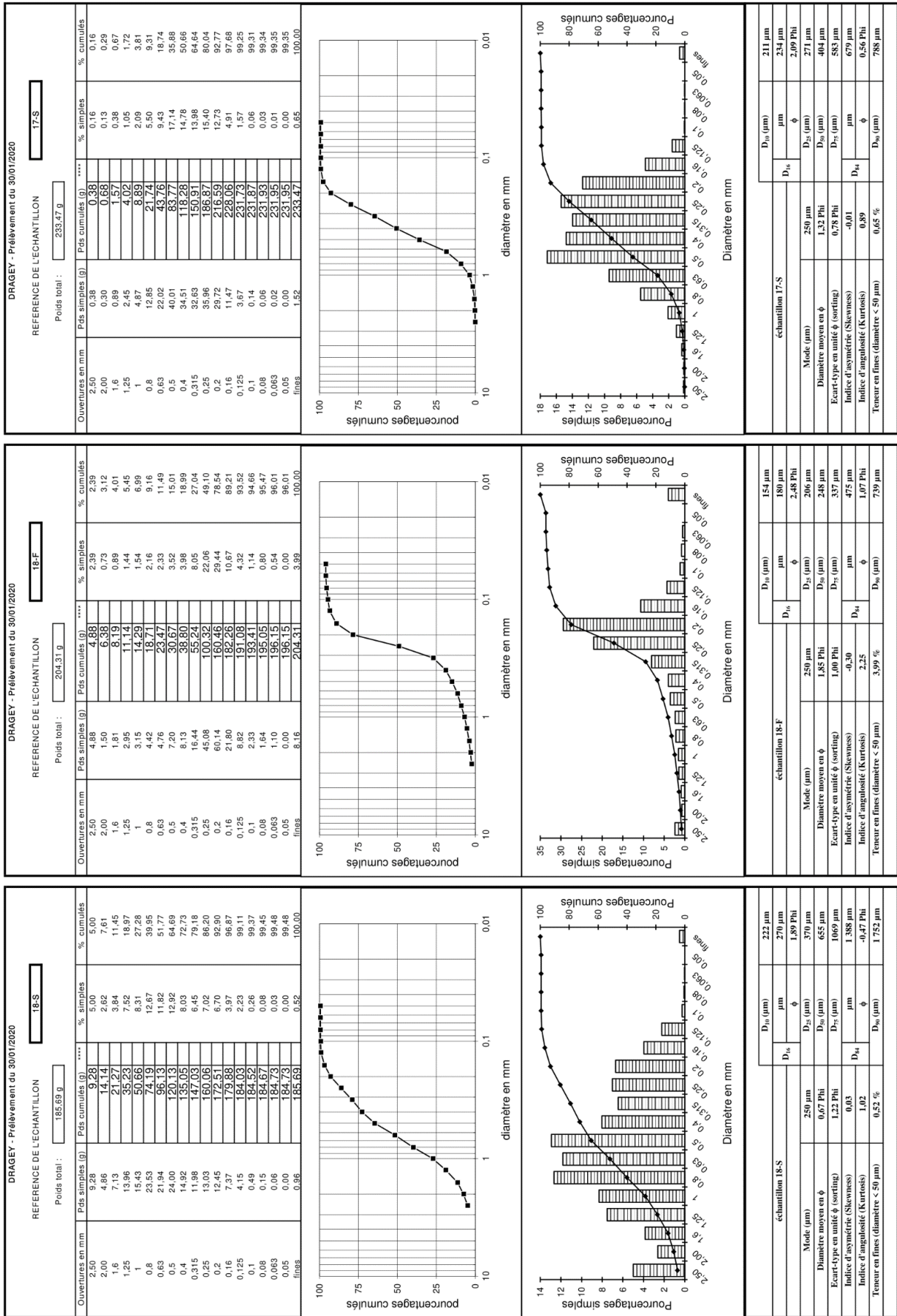
Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



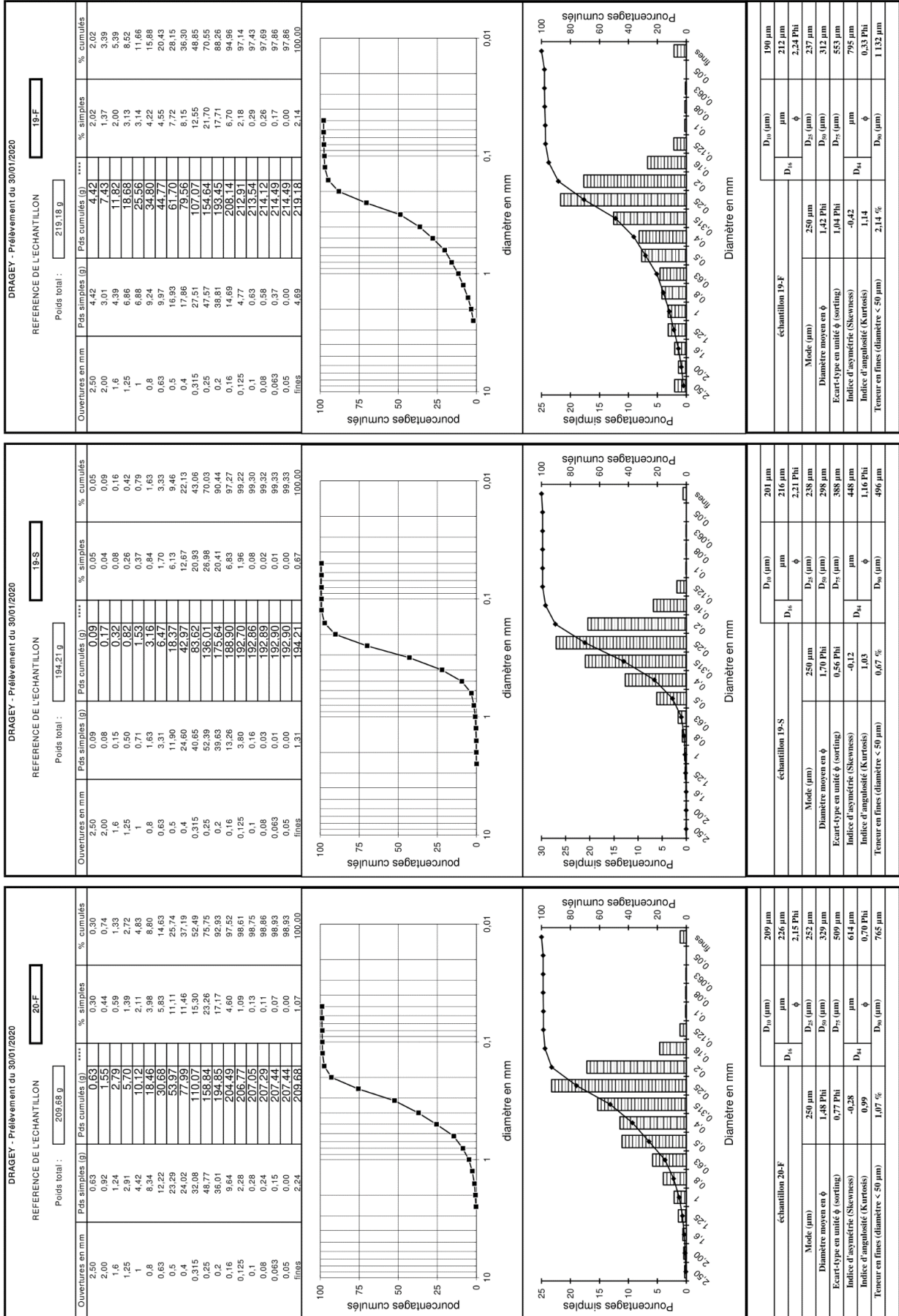
Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

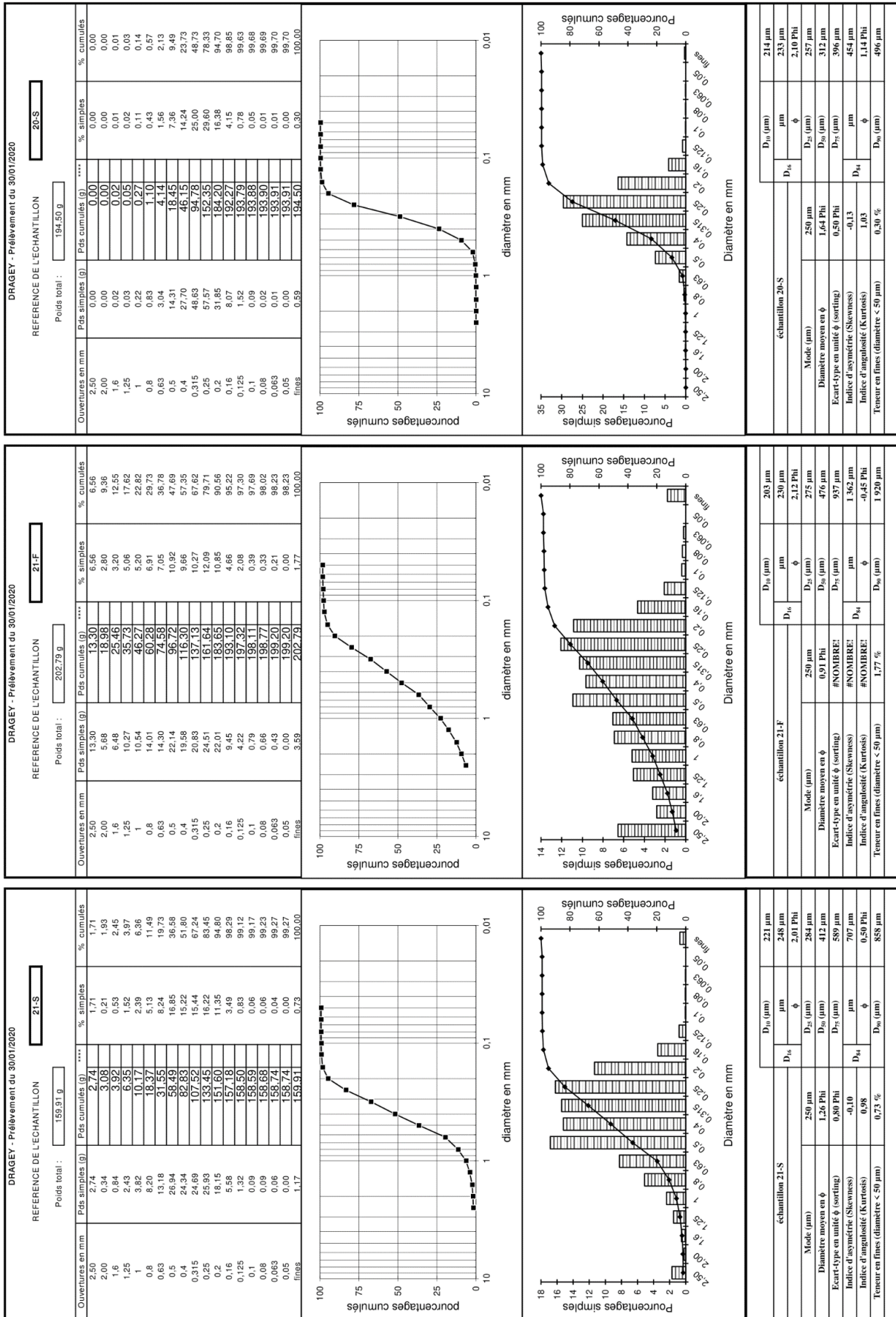


Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

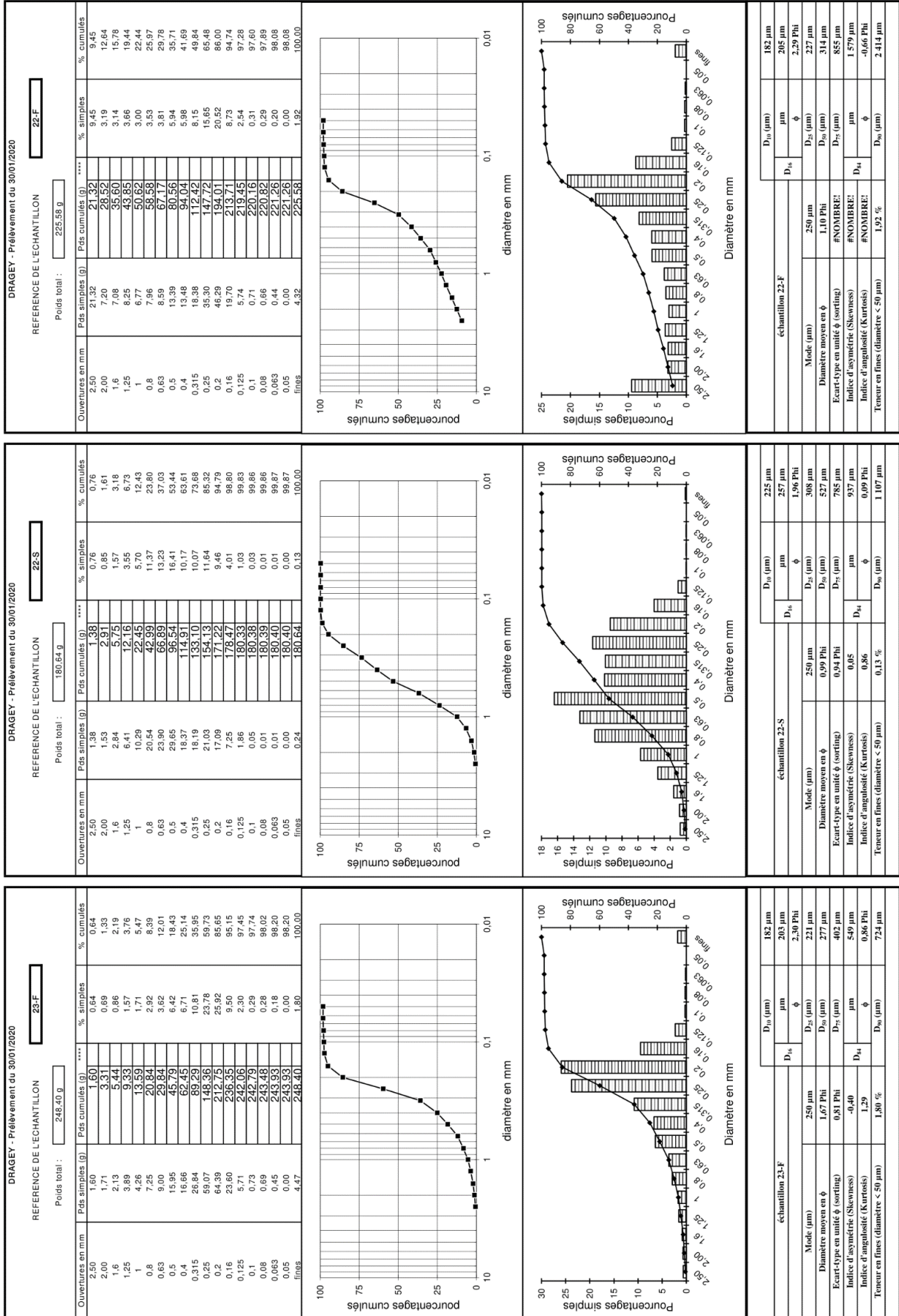


Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas



Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie

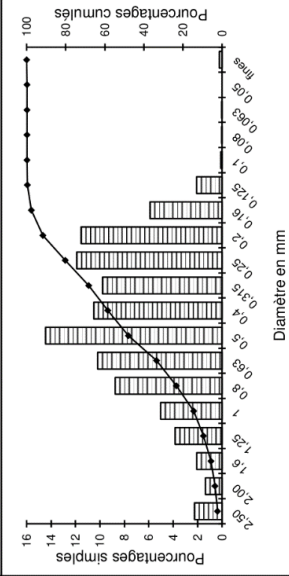
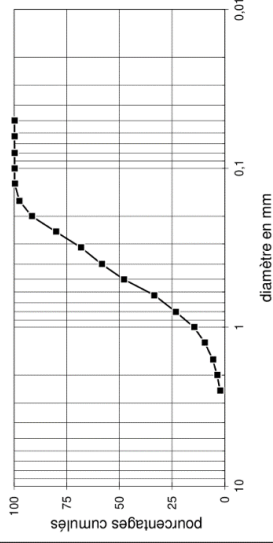
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **23-S**

Poids total : 212,58 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	4,79	4,79	2,25	2,25
2,00	2,89	7,68	1,36	3,61
1,6	4,41	12,09	2,07	5,69
1,25	8,18	20,27	3,85	9,54
1	10,69	30,96	5,03	14,56
0,8	18,60	49,56	8,75	23,31
0,63	21,66	71,22	10,19	33,50
0,5	30,72	101,94	14,45	47,95
0,4	22,32	124,26	10,50	58,45
0,315	20,79	145,05	9,78	68,23
0,25	25,29	170,34	11,90	80,13
0,2	24,53	194,87	11,54	91,67
0,16	12,53	207,40	5,89	97,56
0,125	4,44	211,84	2,09	99,65
0,1	0,22	212,06	0,10	99,76
0,08	0,03	212,09	0,01	99,77
0,063	0,02	212,11	0,01	99,78
0,05	0,00	212,11	0,00	99,78
fines	0,47	212,58	0,22	100,00



échantillon 23-S

D ₁₀ (µm)	D ₅₀ (µm)	D ₉₀ (µm)
207 µm	250 µm	210 µm

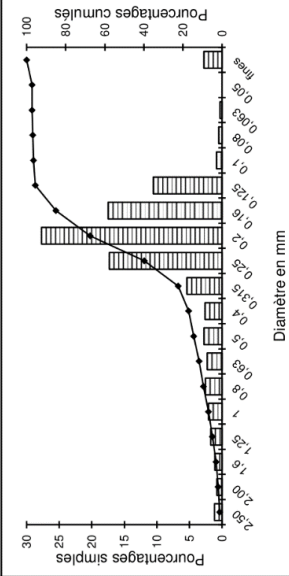
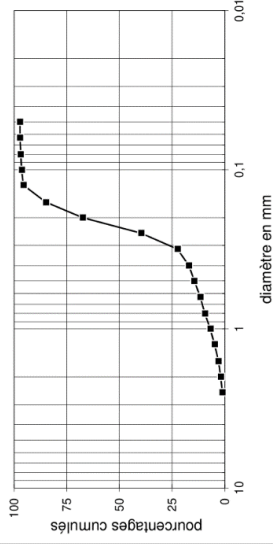
Mode (µm) : 250 µm
 Diamètre moyen en φ : 1,07 Phi
 Diamètre moyen en φ : 1,06 Phi
 Ecart-type en unité φ (sorting) : -0,05
 Indice d'asymétrie (Skewness) : 0,91
 Indice d'angulosité (Kurtosis) : 0,22 %
 Teneur en fines (diamètre < 50 µm) : 1 227 µm

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **24-F**

Poids total : 244,51 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	2,85	2,85	1,17	1,17
2,00	1,94	4,79	0,79	1,96
1,6	2,71	7,50	1,11	3,07
1,25	4,26	11,76	1,74	4,81
1	5,08	16,84	2,08	6,89
0,8	6,24	23,08	2,55	9,44
0,63	5,56	28,64	2,27	11,71
0,5	6,77	35,41	2,77	14,48
0,4	6,39	41,80	2,61	17,10
0,315	13,20	55,00	5,40	22,49
0,25	45,32	97,32	17,31	39,80
0,2	67,77	165,09	27,72	67,52
0,16	42,74	207,83	17,48	85,00
0,125	25,78	233,61	10,54	95,54
0,1	2,09	235,70	0,85	96,40
0,08	1,23	236,93	0,50	96,90
0,063	0,77	237,70	0,31	97,21
0,05	0,00	237,70	0,00	97,21
fines	8,81	244,51	3,59	100,00



échantillon 24-F

D ₁₀ (µm)	D ₅₀ (µm)	D ₉₀ (µm)
143 µm	183 µm	262 µm

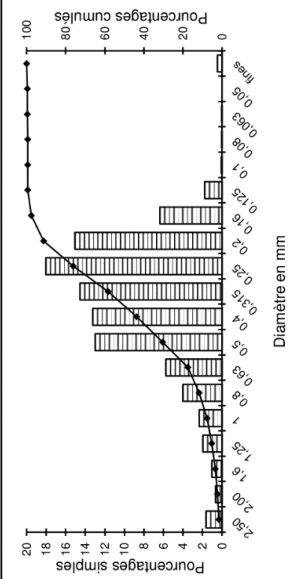
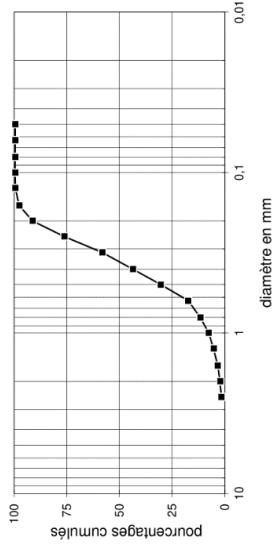
Mode (µm) : 250 µm
 Diamètre moyen en φ : 1,97 Phi
 Diamètre moyen en φ : 0,91 Phi
 Ecart-type en unité φ (sorting) : -0,38
 Indice d'asymétrie (Skewness) : 1,81
 Indice d'angulosité (Kurtosis) : 2,79 %
 Teneur en fines (diamètre < 50 µm) : 758 µm

DRAGEY - Prélèvement du 30/01/2020

REFERENCE DE L'ECHANTILLON **24-S**

Poids total : 162,18 g

Ouvertures en mm	Pds simples (g)	Pds cumulés (g)	% simples	% cumulés
2,50	2,66	2,66	1,64	1,64
2,00	1,07	3,73	0,66	2,30
1,6	1,89	5,42	1,04	3,34
1,25	3,19	8,61	1,97	5,31
1	3,79	12,40	2,34	7,65
0,8	6,50	18,90	4,01	11,65
0,63	9,33	28,23	5,75	17,41
0,5	49,29	77,52	30,39	47,80
0,4	21,06	98,58	12,99	60,79
0,315	23,59	122,17	14,55	75,34
0,25	29,24	151,41	18,03	93,37
0,2	24,43	175,84	15,06	108,43
0,16	10,32	186,16	6,36	114,79
0,125	2,89	189,05	1,78	116,57
0,1	0,13	189,18	0,08	116,65
0,08	0,03	189,21	0,02	116,67
0,063	0,02	189,23	0,01	116,68
0,05	0,00	189,23	0,00	116,68
fines	0,28	189,51	0,16	116,84



échantillon 24-S

D ₁₀ (µm)	D ₅₀ (µm)	D ₉₀ (µm)
204 µm	254 µm	224 µm

Mode (µm) : 250 µm
 Diamètre moyen en φ : 1,40 Phi
 Diamètre moyen en φ : 0,88 Phi
 Ecart-type en unité φ (sorting) : -0,20
 Indice d'asymétrie (Skewness) : 1,05
 Indice d'angulosité (Kurtosis) : 0,48 %
 Teneur en fines (diamètre < 50 µm) : 883 µm

Annexe 5

Photographies des 8 carottes de sédiments des points compatibles



Communauté d'Agglomération Mont-Saint-Michel Normandie
Stocks sédimentaires de Dragey et rechargement des plages de Saint-Jean-le-Thomas

